ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 AOUT 1908.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LEVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Messieurs,

Le hasard, en me procurant l'honneur de présider cette séance, m'impose la douloureuse obligation d'avoir à vous annoncer la mort de notre cher confrère Alfred Giard. Je ne saurais malheureusement prétendre à vous rappeler, même de loin, son œuvre scientifique. Elle vous sera présentée plus tard avec les développements dont elle est si digne, par son futur successeur. Mais, sans être naturaliste, chacun de nous a pu apprécier l'étendue de sa culture et la hauteur de vues qu'il apportait en toutes choses. C'est par là que se distinguent ses travaux et son enseignement.

Entré à l'École normale en 1867, il a pris, dès 1869 et en une seule année, les trois licences ès sciences mathématiques, ès sciences physiques et ès sciences naturelles. En 1872, il conquit le doctorat ès sciences naturelles qui répondait à sa vocation et décida de sa carrière.

Après quelques fonctions remplies dans l'enseignement supérieur il fut, en 1880, appelé à la chaire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Lille.

Il était bien fait pour l'enseignement supérieur et non pour la simple pédagogie :

« Il n'y a pas, disait-il, de pédagogie dans l'enseignement supérieur, ou plutôt toute pédagogie consiste dans l'exemple du maître travaillant sous

les yeux de ses élèves et les initiant aux efforts de sa pensée créatrice sans leur rien cacher de ses prévisions, de ses doutes, voire même de ses défaillances. »

Ce sont là les paroles d'un vrai maître. Joseph Bertrand n'eût dit ni mieux, ni autre chose.

Dans l'historique des luttes soutenues pour le transformisme en France où pourtant il est né par le génie de Lamarck, on trouve le passage suivant :

« Les jeunes générations d'étudiants sont trop habituées à une besogne dosée et soigneusement préparée pour une assimilation facile. Elles ont, peu à peu, perdu de vue la nécessité de l'effort personnel sans lequel on peut former peut-être des érudits, mais non des hommes capables de faire avancer la Science. Il m'a semblé que nos futurs embryologistes trouveront un exemple et un encouragement dans le récit des luttes qu'ont dû soutenir leurs devanciers. Les erreurs même commises par leurs maîtres ne peuvent qu'être d'utiles leçons. »

C'est pourquoi dès sa prise de possession de la chaire de Zoologie à la Faculté de Lille, il crut bon de commencer son enseignement par un exposé des idées si fécondes du transformisme et de la conception purement mécanique de la nature.

Aussi, lorsqu'en 1888 le Conseil municipal de Paris eut décidé la création d'un cours d'Évolution des êtres organisés, M. Giard réunit-il toutes les voix des professeurs de la Sorbonne où le nouvel enseignement devait être donné.

Là, il a pu répandre dans la jeunesse française la connaissance des grands principes introduits dans la Science par Lamarck et Darwin et qui étaient destinés à avoir une si grande répercussion sur l'esprit humain et la conscience humaine.

La tâche était délicate en raison des contacts d'un enseignement de cette nature avec les dévotions de chaque membre de l'auditoire auquel il s'adresse.

M. Giard a pu la remplir avec la parfaite correction de langage nécessaire pour ne froisser personne et rester strictement dans le domaine de la Science expérimentale et de l'observation.

La mort de ce maître est une perte inestimable pour la Science, l'Académie et l'Enseignement.

Je lève la séance en marque de deuil.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur un problème relatif à la théorie des systèmes orthogonaux et à la méthode du trièdre mobile.* Note de M. **Gaston Darboux**.

3. En exprimant d'abord que les relations (15) sont vérifiées, on a des relations telles que les suivantes,

$$(18)\quad \frac{\partial^2 \log W}{\partial \rho\, \partial \rho_1} = -\frac{a_2 b_2}{W^2}, \qquad a_1 a_2 + b\frac{\partial W}{\partial \rho} = b' W, \qquad b_1 b_2 + a\frac{\partial W}{\partial \rho} = a' W,$$

et toutes celles qu'on en déduit par des permutations circulaires. Si nous utilisons les relations entre les cosinus, telles que les suivantes,

$$Y_2 = ZX_1 - XZ_1, \qquad Z_1 = YX_2 - XY_2,$$

il vient encore

$$a_1 a_2 + b\frac{\partial W}{\partial \rho} = aW, \qquad b_1 b_2 + a\frac{\partial W}{\partial \rho} = bW;$$

d'où, en comparant aux équations (18), on déduit

$$b' = a, \qquad a' = b,$$

ce qui donne

$$b'' = b, \qquad a'' = a.$$

On aura de même

$$b'_1 = a_1, \qquad a'_1 = b_1, \qquad b''_1 = b_1, \qquad a''_1 = a_1,$$
$$b'_2 = a_2, \qquad a'_2 = b_2, \qquad b''_2 = b_2, \qquad a''_2 = a_2.$$

Ces relations permettent de faire disparaître entièrement les fonctions b et de remplacer le Tableau (17) par le suivant :

$$(19)\quad \begin{cases} X = -\dfrac{1}{W}\dfrac{\partial W}{\partial \rho}, & X_1 = \dfrac{a_2}{W}, & X_2 = \dfrac{a'_1}{W}, \\ Y = \dfrac{a'_2}{W}, & Y_1 = -\dfrac{1}{W}\dfrac{\partial W}{\partial \rho_1}, & Y_2 = \dfrac{a}{W}, \\ Z = \dfrac{a_1}{W}, & Z_1 = \dfrac{a'}{W}, & Z_2 = -\dfrac{1}{W}\dfrac{\partial W}{\partial \rho_2}, \end{cases}$$

la fonction W satisfaisant à des relations telles que les suivantes :

$$(20)\quad \frac{\partial^2 \log W}{\partial \rho\, \partial \rho_1} = -\frac{a_1 a'_2}{W^2}, \qquad a_1 a_2 + a'\frac{\partial W}{\partial \rho} = aW, \qquad a'_1 a'_2 + a\frac{\partial W}{\partial \rho} = a' W,$$

et toutes celles qu'on en déduit par des permutations circulaires.

Quant aux fonctions a_i, elles sont assujetties à vérifier les équations différentielles

$$(21) \qquad a'' = a, \qquad a''_1 = a_1, \qquad a''_2 = a_2.$$

Mais ces relations ne sont pas les seules auxquelles elles doivent satisfaire. Les formules

$$X^2 + X_1^2 + X_2^2 = 1, \qquad X^2 + Y^2 + Z^2 = 1$$

nous conduisent à de nouvelles conditions, à la fois pour la fonction W et pour les fonctions a_i :

$$\left(\frac{\partial W}{\partial \rho}\right)^2 + a_2^2 + a_1'^2 = W^2, \qquad \left(\frac{\partial W}{\partial \rho}\right)^2 + a_1^2 + a_2'^2 = W^2.$$

La comparaison nous donne

$$a_1^2 + a_2'^2 = a_2^2 + a_1'^2,$$

ce qui entraîne les nouvelles relations

$$(22) \qquad a_2^2 - a_2'^2 = a_1^2 - a_1'^2 = a^2 - a_1'^2 = h^2,$$

où h^2 sera nécessairement une constante positive, nulle ou négative.

Ainsi on pourra joindre aux équations (16) et (20) la suivante :

$$(23) \qquad \left(\frac{\partial W}{\partial \rho}\right)^2 + a_1^2 + a_2^2 + h^2 = W^2,$$

qui contribuera à déterminer W.

Si h n'est pas nulle, l'élimination de $\frac{\partial W}{\partial \rho}$ entre les deux dernières équations (20) nous donne pour W la valeur très symétrique

$$(24) \qquad h^2 W = a a_1 a_2 - a' a'_1 a'_2.$$

Si h est nulle, les équations (22) nous donnent

$$a = \pm a', \qquad a_1 = \pm a'_1, \qquad a_2 = \pm a'_2,$$

les signes étant réglés par la condition (24), qui donne ici

$$a a_1 a_2 = a'_1 a' a'_2.$$

Pour avoir W, il faudra éliminer $\frac{\partial W}{\partial \rho}$ entre la dernière équation (20) et l'équation (23), ce qui donnera

$$(25) \qquad W = \frac{a_1 a_2}{2a} + \frac{a a_2}{2a_1} + \frac{a a_1}{2a_2}.$$

Pour ce qui concerne la détermination des fonctions a_i, il faut distinguer suivant les valeurs de h. Si h^2 est positive, on pourra prendre

$$(26) \qquad a_k = \frac{h}{2}(e^{\rho_k} + e^{-\rho_k}), \qquad a'_k = \frac{h}{2}(e^{\rho_k} - e^{-\rho_k});$$

si h^2 est négative, on aura

$$(26)' \qquad a_k = \frac{hi}{2}(e^{\rho_k} - e^{-\rho_k}), \qquad a' = \frac{hi}{2}(e^{\rho_k} + e^{-\rho_k}).$$

Enfin, si h est nulle, on pourra prendre

$$(27) \qquad a_k = e^{\rho_k}, \qquad a'_k = e^{\rho_k}.$$

Au reste, nous n'avons pas besoin de ces expressions et nous nous bornerons à utiliser les relations données plus haut entre les fonctions a_i et leurs dérivées.

On vérifiera aisément que la valeur de W relative au cas où h est nulle est la limite, quand h tend vers zéro, de la valeur de W relative au cas général.

4. Il reste maintenant à déterminer le système orthogonal. Cette détermination se fait élégamment comme il suit : Remarquons que, d'après les formules (19) et les relations (20), on a

$$a_1 Y - a'_2 Z = 0,$$

$$a_2 Z - a' X = \frac{a_1 a_2 + a' \dfrac{\partial W}{\partial \rho}}{W} = a,$$

$$a\, X - a'_1 Y = -\frac{a \dfrac{\partial W}{\partial \rho} + a'_1 a'_2}{W} = -a'.$$

Si l'on remplace les cosinus par leurs expressions $\frac{\partial x}{H\,\partial\rho}$, $\frac{\partial y}{H\,\partial\rho}$, $\frac{\partial z}{H\,\partial\rho}$, il viendra

$$(28) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial\rho}(a_1 y - a'_2 z) = 0, \\ \dfrac{\partial}{\partial\rho}(a_2 z - a' x) = -a\,(x - H), \\ \dfrac{\partial}{\partial\rho}(a x - a'_1 y) = \quad a'(x - H). \end{cases}$$

En faisant des permutations circulaires sur la première de ces équations,

on obtient les deux suivantes :

$$\frac{\partial}{\partial \rho_1}(a_2 z - a' x) = 0, \qquad \frac{\partial}{\partial \rho_2}(a x - a'_1 y) = 0.$$

Différentions respectivement par rapport à ρ_1 et à ρ_2 les deux dernières équations (28). Si l'on tient compte des précédentes, il viendra

$$(29) \qquad \frac{\partial(x - H)}{\partial \rho_1} = 0, \qquad \frac{\partial(x - H)}{\partial \rho_2} = 0,$$

$x - H$ sera donc une fonction de ρ, que, pour la commodité des calculs ultérieurs, nous mettrons sous la forme $\theta(\rho) - \theta''(\rho)$

Écrivons donc, en introduisant de même des fonctions $\theta_1(\rho_1)$, $\theta_2(\rho_2)$,

$$(30) \qquad \begin{cases} x - H = \theta - \theta'', \\ y - H_1 = \theta_1 - \theta''_1, \\ z - H_2 = \theta_2 - \theta''_2, \end{cases}$$

ce qui donnera, par des permutations circulaires effectuées sur les équations (28),

$$\frac{\partial}{\partial \rho}(a_1 y - a'_2 z) = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial \rho_1}(a_1 y - a'_2 z) = \quad a'_1(\theta_1 - \theta''_1),$$

$$\frac{\partial}{\partial \rho_2}(a_1 y - a'_2 z) = - a_2(\theta_2 - \theta''_2).$$

L'intégration est immédiate et nous donne

$$(31) \qquad a_1 y - a'_2 z = a_1 \theta_1 - a'_1 \theta'_1 + a_2 \theta'_2 - a'_2 \theta_2 + C,$$

C désignant une constante. On aura de même, par des permutations,

$$(32) \qquad \begin{cases} a_2 z - a' x = a_2 \theta_2 - a'_2 \theta'_2 + a\, \theta' - a'\, \theta + C_1, \\ a x - a'_1 y = a \theta - a' \theta' + a_1 \theta'_1 - a'_1 \theta_1 + C_2. \end{cases}$$

Mais les fonctions θ_i n'ayant été introduites que par les combinaisons $\theta_i - \theta''_i$ ne sont pas pleinement déterminées. Il est clair qu'on peut ajouter à θ_i l'expression $A_i a_i + B_i a'_i$ où A_i et B_i désignent des constantes. En faisant cette opération, on verra qu'on peut remplacer

C	par	$C + (A_1 + B_2) h^2$,
C_1	par	$C_1 + (A_2 + B\ ) h^2$,
C_2	par	$C_2 + (A\ + B_1) h^2$.

On pourra donc disposer de A_i, B_i de manière à faire disparaître les constantes C, C_1, C_2.

Notre raisonnement suppose, il est vrai, que h est différente de zéro, mais nous avons déjà vu qu'on peut rattacher le cas où h est nulle au cas général, par le passage à la limite.

D'après cela, les équations (31) et (32) sont réductibles à la forme plus simple

$$(33)\quad \begin{cases} a_1(y-\theta_1)-a'_2(z-\theta_2)=a_2\theta'_2-a'_1\theta'_1, \\ a_2(z-\theta_2)-a'(x-\theta)=a\,\theta'-a'_2\theta'_2, \\ a\,(x-\theta)-a'_1(y-\theta_1)=a_1\theta'_1-a'\theta'. \end{cases}$$

En les résolvant, on aura

$$(34)\quad \begin{cases} x-\theta=-\theta'\dfrac{\partial \log W}{\partial \rho}+\theta'_1\dfrac{a_2}{W}+\theta'_2\dfrac{a'_1}{W}, \\ y-\theta_1=\theta'\dfrac{a'_2}{W}-\theta'_1\dfrac{\partial \log W}{\partial \rho_1}+\theta'_2\dfrac{a}{W}, \\ z-\theta_2=\theta'\dfrac{a_1}{W}+\theta'_1\dfrac{a'}{W}-\theta'_2\dfrac{\partial \log W}{\partial \rho_2} \end{cases}$$

ou, sous une forme plus élégante,

$$(35)\quad \begin{cases} x=\theta+\theta'X+\theta'_1X_1+\theta'_2X_2, \\ y=\theta_1+\theta'Y+\theta'_1Y_1+\theta'_2Y_2, \\ z=\theta_2+\theta'Z+\theta'_1Z_1+\theta'_2Z_2. \end{cases}$$

Les valeurs correspondantes de H, H_1, H_2, données par les équations (30), seront

$$(36)\quad \begin{cases} H=\theta''+\theta'X+\theta'_1X_1+\theta'_2X_2, \\ H_1=\theta''_1+\theta'Y+\theta'_1Y_1+\theta'_2Y_2, \\ H_2=\theta''_2+\theta'Z+\theta'_1Z_1+\theta'_2Z_2. \end{cases}$$

A ces expressions nous aurons besoin de joindre celles des coordonnées de l'origine par rapport au trièdre (T), c'est-à-dire les distances de cette origine aux plans tangents des surfaces coordonnées.

Ces distances P, P_1, P_2, données par les relations déjà signalées

$$(37)\quad P_i=X_ix+Y_iy+Z_iz,$$

se déduisent sans difficulté des formules (35) et des relations entre les neuf cosinus. On a ici

$$(38)\quad \begin{cases} P=\theta'+\theta X+\theta_1Y+\theta_2Z, \\ P_1=\theta'_1+\theta X_1+\theta_1Y_1+\theta_2Z_1, \\ P_2=\theta'_2+\theta X_2+\theta_1Y_2+\theta_2Z_2. \end{cases}$$

PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — *Complément à une précédente Note, sur la manière dont les changements de grandeur des deux droites joignant le Soleil et une planète à la Terre sont liés à leurs changements de direction, quand la planète se meut dans le plan de l'écliptique.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. A première vue, le problème dont il s'agit ici, et que j'ai abordé dans la séance du 27 juillet (*Comptes rendus*, p. 223), paraît devenir beaucoup plus compliqué, quand le plan de l'orbite de la planète se confond avec celui de l'orbite terrestre, que lorsqu'il en est distinct. Car si l'on considère, en général, les deux positions O, O_1 de l'observateur terrestre aux deux époques consécutives t, $t+T$ où la planète occupe un même point P de son orbite, les deux rayons vecteurs SO, SO_1, ou D, D_1, de l'orbite terrestre, à cosinus directeurs connus (A, B, C), (A_1, B_1, C_1), et les deux rayons vecteurs géocentriques correspondants δ, δ_1 de la planète, à cosinus directeurs (α, β, γ), $(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$ également donnés, sont liés par les trois équations linéaires homogènes

$$(1)\qquad \begin{cases} AD+\alpha\delta-A_1D_1-\alpha_1\delta_1=0, \\ BD+\beta\delta-B_1D_1-\beta_1\delta_1=0, \\ CD+\gamma\delta-C_1D_1-\gamma_1\delta_1=0, \end{cases}$$

suffisantes pour déterminer les rapports mutuels de D, D_1, δ et δ_1, *tant qu'elles restent distinctes*. Mais lorsque ces trois équations sont réduites aux deux premières, par l'hypothèse de mouvements effectués dans le plan unique des xy ou annulant les troisièmes cosinus directeurs C, C_1, γ, γ_1, elles ne déterminent plus le rapport $\frac{D_1}{D}$; et l'on a vu dans ma précédente Note qu'il devient alors nécessaire de considérer aussi, non seulement la troisième position O_2 de la Terre, à l'époque $t+2T$ où la planète se retrouve encore en P et où les rayons vecteurs respectifs sont D_2, δ_2, à cosinus directeurs observés (A_2, B_2), (α_2, β_2), mais même une seconde position P′ de la planète, aux époques

$$t+T',\quad t+2T+T',\quad t+3T+T',$$

où l'observateur terrestre est revenu aux points O, O_1, O_2. La détermination relative du second rayon vecteur D_1, c'est-à-dire l'évaluation du rapport $\frac{D_1}{D}$, exige donc la mise en œuvre de bien plus d'éléments.

Néanmoins, un examen un peu attentif de la question montre que les calculs n'en sont pas, pour cela, rendus plus longs que dans le cas de l'espace, tant s'en faut : et comme on détermine du coup les deux rapports $\frac{D_1}{D}$, $\frac{D_2}{D}$, au lieu du rapport *unique* $\frac{D_1}{D}$, le travail marche, rien que de ce chef, deux fois environ plus vite; en sorte qu'il y a, de toute manière, simplification et non complication des opérations à effectuer, quand on passe du cas de l'espace au cas du plan.

II. Ne nous occupant d'abord que des situations O, O_1, O_2 de la Terre et P de la planète, appelons a, b, c les trois angles (compris entre $-\pi$ et π) que font dans le plan, avec les x positifs, les trois droites respectives D, D_1, D_2 émanées du Soleil S (pris pour origine); et soient e, f, g les trois angles analogues, pour les droites correspondantes δ, δ_1, δ_2 joignant la Terre à la planète. Les deux premières équations (1) seront

$$(2)\qquad \begin{cases} D\cos a - D_1\cos b + \delta\cos e - \delta_1\cos f = 0, \\ D\sin a - D_1\sin b + \delta\sin e - \delta_1\sin f = 0; \end{cases}$$

et l'on aura de même

$$(3)\qquad \begin{cases} D_1\cos b - D_2\cos c + \delta_1\cos f - \delta_2\cos g = 0, \\ D_1\sin b - D_2\sin c + \delta_1\sin f - \delta_2\sin g = 0. \end{cases}$$

Éliminons δ entre les équations (2) et δ_2 entre les équations (3). Il vient

$$D\sin(a-e) - D_1\sin(b-e) + \delta_1\sin(e-f) = 0,$$
$$D_2\sin(c-g) - D_1\sin(b-g) - \delta_1\sin(f-g) = 0,$$

et l'élimination de δ_1 entre celles-ci donne enfin

$$(4)\qquad \begin{cases} D\sin(a-e)\sin(f-g) + D_2\sin(c-g)\sin(e-f) \\ \quad - D_1[\sin(b-e)\sin(f-g) + \sin(b-g)\sin(e-f)] = 0. \end{cases}$$

Or, les deux identités presque évidentes

$$\cos e\sin(f-g) + \cos f\sin(g-e) + \cos g\sin(e-f) = 0,$$
$$\sin e\sin(f-g) + \sin f\sin(g-e) + \sin g\sin(e-f) = 0,$$

multipliées respectivement par $\sin b$, $-\cos b$ et ajoutées, donnent

$$\sin(b-e)\sin(f-g) + \sin(b-f)\sin(g-e) + \sin(b-g)\sin(e-f) = 0,$$

formule d'où résulte une réduction immédiate du coefficient total de D_1 dans (4).

En définitive, l'élimination de δ, δ_1 et δ_2 entre (2) et (3) conduit, pour les inconnues D, D_1 et D_2, à la relation linéaire, homogène et très symétrique,

$$(5)\quad \begin{cases} D\sin(a-e)\sin(f-g) \\ \quad + D_1\sin(b-f)\sin(g-e) + D_2\sin(c-g)\sin(e-f) = 0. \end{cases}$$

III. Considérons maintenant les trois mêmes positions O, O_1, O_2 de la Terre, mais la nouvelle situation P' de la planète; et soient e', f', g' les azimuts, analogues à e, f, g, des trois rayons géocentriques correspondants δ', δ'_1, δ'_2 de la planète. On aura entre D, D_1 et D_2, pareillement à (5),

$$(6)\quad \begin{cases} D\sin(a-e')\sin(f'-g') \\ \quad + D_1\sin(b-f')\sin(g'-e') + D_2\sin(c-g')\sin(e'-f') = 0. \end{cases}$$

Les rapports mutuels cherchés de D, D_1, D_2 résulteront évidemment des deux équations linéaires et homogènes (5), (6).

Or, dans le cas de l'espace, l'élimination de δ_1 entre les trois équations (1) fournirait précisément, pour D, D_1 et δ, deux équations analogues à (5) et à (6), c'est-à-dire de la forme

$$(7)\qquad LD + MD_1 + N\delta = 0, \qquad L'D + M'D_1 + N'\delta = 0,$$

ou donnant

$$(8)\qquad \frac{D}{MN' - NM'} = \frac{D_1}{NL' - LN'} = \frac{\delta}{LM' - ML'},$$

et dans lesquelles les coefficients L, M, N, L', M', N', exprimés au moyen d'angles commodes, présenteraient beaucoup plus de complication que les coefficients de D, D_1, D_2 dans les précédentes (5), (6).

IV. Fixons par exemple, la direction de D au moyen d'un *azimut* θ et d'une *hauteur* (angulaire) λ, telles qu'on ait

$$(9)\qquad A = \cos\lambda\cos\theta, \qquad B = \cos\lambda\sin\theta, \qquad C = \sin\lambda;$$

et soient, respectivement, (θ_1, λ_1), (ψ, φ), (ψ_1, φ_1) les coordonnées angulaires analogues de D_1, δ, δ_1, donnant

$$(10)\quad \begin{cases} A_1 = \cos\lambda_1\cos\theta_1, & B_1 = \cos\lambda_1\sin\theta_1, & C_1 = \sin\lambda_1, \\ \alpha = \cos\varphi\cos\psi, & \beta = \cos\varphi\sin\psi, & \gamma = \sin\varphi, \\ \alpha_1 = \cos\varphi_1\cos\psi_1, & \beta_1 = \cos\varphi_1\sin\psi_1, & \gamma_1 = \sin\varphi_1. \end{cases}$$

Il viendra, vu les équations (1) d'où l'on part et entre lesquelles on élimine δ_1 pour avoir (7),

$$(11)\qquad \begin{cases} L = A\gamma_1 - C\alpha_1, & M = C_1\alpha_1 - A_1\gamma_1, & N = \alpha\gamma_1 - \gamma\alpha_1, \\ L' = B\gamma_1 - C\beta_1, & M' = C_1\beta_1 - B_1\gamma_1, & N' = \beta\gamma_1 - \gamma\beta_1. \end{cases}$$

Chacun de ces coefficients sera donc, d'après (9) et (10), la différence de deux produits de trois facteurs sinus ou cosinus indépendants, tandis que les coefficients de D, D_1, D_2 dans les équations (5) et (6) sont seulement des produits de deux sinus.

Ainsi, les calculs effectifs comporteraient beaucoup plus de longueur dans le cas de l'espace, malgré l'extrême simplicité qu'affecte alors le point de départ des raisonnements.

V. Remarquons, en terminant, l'étroite analogie ou, pour mieux dire, l'identité de la question traitée avec un problème usuel de l'Hydrographie qu'on pourrait appeler le *problème des six points*. Il s'agissait ici, en définitive, après avoir mesuré les neuf azimuts $(-a, e, e')$, $(-b, f, f')$, $(-c, g, g')$ suivant lesquels un observateur unique, en prenant successivement les trois positions O, O_1, O_2, aura visé chaque fois trois points *fixes* S, P, P', de faire servir ces neuf angles à déterminer la forme et l'orientation de la figure plane ayant comme sommets les *six* points ainsi considérés. Or, dans le problème géodésique dont il est question, S, P, P', d'une part, deviennent trois points marquants d'une côte, tandis que, d'autre part, O, O_1, O_2 sont, en mer, trois positions d'où l'on voit ces points et où l'ingénieur hydrographe fait arriver successivement le navire ou l'embarcation qui le porte. Il y a parité complète [1].

---

[1] C'est précisément l'évidente analogie du problème géodésique des six points, duquel il avait préalablement connaissance, avec le problème astronomique dans le cas du plan, qui a suggéré à M. Poincaré son idée sur la possibilité de déterminer la grandeur relative des divers rayons vecteurs de l'orbite terrestre sans se servir des diamètres apparents du Soleil, mais en admettant la périodicité des mouvements tant pour la Terre que pour une planète. Et cette idée, qui était dès lors admissible dans le cas où l'orbite de la planète serait couchée sur l'écliptique, s'est trouvée juste aussi, on peut même dire bien moins cachée (d'après ma démonstration), dans le cas d'une orbite planétaire quelconque.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Enregistrement de la couche supérieure du calcium dans l'atmosphère solaire.* Note de MM. H. **Deslandres** et **L. d'Azambuja.**

L'un de nous a fait connaître, il y a longtemps déjà, de 1891 à 1894, le parti à tirer des raies nombreuses (brillantes et noires) du spectre solaire pour déceler et enregistrer sur le disque entier les vapeurs diverses de l'atmosphère solaire et les couches diverses de ces vapeurs ([1]). Il a préconisé et employé dans ce but des spectrographes enregistreurs ou spectro-enregistreurs qui relèvent séparément les formes et les mouvements des vapeurs; à savoir : le spectro-enregistreur des formes ou spectro-héliographe, à mouvement continu, qui donne une image monochromatique de la vapeur, et le spectro-enregistreur des vitesses, à mouvement discontinu, qui relève la vitesse radiale de la vapeur, ses formes générales, et aussi la longueur et l'intensité variables de la raie correspondante.

En même temps, l'attention était appelée sur les raies noires exceptionnelles H et K, qui sont les seules à offrir trois renversements successifs bien distincts. Leurs trois composantes H_1K_1, H_2K_2, H_3K_3, de largeur décroissante, annoncent trois couches superposées de la même vapeur.

Or, les images de H_1 et K_1, H_2 et K_2 ont déjà été obtenues et étudiées en détails; mais l'image de la couche K_3, à cause de la faible largeur de la raie, n'a pas encore été isolée et séparée de l'image des deux autres. Nous nous sommes proposé de la rechercher et de reconnaître avec soin les formes et les mouvements dans cette couche particulièrement intéressante, qui occupe la partie supérieure de la chromosphère.

La recherche a été poursuivie dans des conditions difficiles. L'Observatoire traverse une période de transition; il se transforme, se réorganise, et doit, avec un personnel insuffisant, faire face aux multiples travaux de sa spécialité. D'autre part la persistance du mauvais temps, depuis le commencement de l'année, a apporté une gêne sérieuse. Enfin le grand sidérostat à miroir plan de 1^{m}, commandé en 1906, nous manque encore; le constructeur, qui devait le livrer en juillet 1907, ne sera en état de l'installer que dans les premiers mois de 1909. Il a fallu se contenter d'un cœlostat de

---

([1]) Voir en particulier la Note intitulée : *Images spéciales du Soleil données par les rayons simples qui correspondent aux raies noires du spectre solaire,* par Deslandres (*Comptes rendus,* t. CXIX, 1894, p. 148), et aussi une Note insérée dans l'*Astronomie* et le *Journal des spectroscopistes italiens* (décembre 1894).

fortune, organisé tant bien que mal avec de vieux instruments du passage de Vénus en 1874.

Les spectro-enregistreurs employés, déjà décrits en partie dans les Mémoires antérieurs (voir *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 1210, et *Bulletin astronomique*, 1905, p. 305 à 375, et 1907, p. 433 à 444), sont les suivants :

1° Un petit spectro-héliographe de faible dispersion, en service depuis 1893, à un seul prisme et à chambre de 1^m, qui donne à volonté l'image de la couche K_2 ou de la couche K_1 (diamètre de l'image depuis 1899, $8^{cm},5$);

2° Un spectro-enregistreur des vitesses, marqué *c* sur la figure 2 du Mémoire de 1907, avec collimateur de $0^m,80$ et chambre de $3^m,50$, employé soit avec un réseau, soit avec un train de trois prismes (diamètre de l'image, 14^{cm});

3° Un grand spectro-héliographe de forte dispersion, long de 14^m, représenté dans les figures 2 et 3 de la Note de 1906, et marqué *e* dans la figure 3 du Mémoire de 1907. Il est à trois fentes et formé de deux spectrographes qui se suivent, de manière à donner une image entière de l'astre, débarrassée de toute la lumière diffusée dans l'appareil. Le premier spectrographe, employé avec un réseau ou un train de trois grands prismes, a un collimateur de $1^m,25$ et une chambre de 7^m, munie de la seconde fente. L'image de cette fente est reprise et diminuée par le second spectrographe qui a un collimateur de 7^m, un prisme de 30° et une chambre de longueur variable ($1^m,30$ ou $2^m,60$), avec une troisième fente où se forme l'image monochromatique du Soleil, (diamètre 4^{cm} ou 8^{cm}). L'objectif astronomique de projection et la plaque photographique se meuvent séparément et simultanément, entraînés par deux vis, deux transformateurs de vitesse à galet mobile, et deux moteurs électriques synchrones. Ce dispositif, qui a été présenté comme une solution générale du spectro-héliographe, a bien fonctionné; il a l'avantage de se prêter à tous les changements, et c'est ainsi qu'on peut employer prismes ou réseaux, et des chambres finales de longueur quelconque.

De plus, comme les images du premier spectrographe de l'appareil, derrière la seconde fente, étaient pleines de détails, ce premier spectrographe a été disposé de manière à se transformer instantanément en spectro-enregistreur des vitesses. Les mouvements discontinus nécessaires sont seulement faits à la main, avec le concours de deux observateurs.

En fait l'appareil n° 3, qui est le plus puissant, a donné les résultats les plus nets et les plus probants; et nous l'avons employé le plus souvent possible, soit pour avoir de belles épreuves qui décèlent les vitesses radiales, les intensités et les largeurs de K_2 et K_3, soit pour avoir des images monochromatiques avec une très petite portion de longueur d'onde qui, dans certains cas, a été inférieure à $0^{A},03$ [1]. On peut ainsi isoler la partie centrale de K_3,

---

[1] La portion de longueur d'onde calculée correspond à l'intervalle des joues de la fente au milieu de leur épaisseur. Mais l'appareil n'a pas encore toute la perfection désirable : les angles des joues ne sont pas assez vifs, et les prismes qui sont trempés donnent un peu d'astigmatisme. La portion de longueur d'onde qui passe est en réalité plus grande.

puis l'une des deux composantes de K_2 et K_1, et avoir sur la même plaque les images des trois couches séparées.

Le petit spectro-héliographe n° 1, comme la plupart des spectro-héliographes en service dans les Observatoires, isole la raie K_2 entière, c'est-à-dire les deux composantes de K_2 et la raie noire K_3 qui les sépare (largeur de la seconde fente en Ångströms, 1^A à $1^A,3$). Il donne l'image des deux couches réunies ou plutôt l'image de la couche K_2 qui, notablement plus intense, masque en général l'autre couche. D'ailleurs la couche plus haute et plus faible, K_3, comme l'a remarqué justement Hale en 1903, laisse parfois, et d'une manière assez nette, sa marque spéciale dans l'image, aux points particuliers qui sont les flocculi noirs du calcium. Hale admet comme très probable que, en ces points, la raie K_3 est ou particulièrement faible, ou agrandie aux dépens de K_2, d'où la plage relativement noire qui est observée [1]. Les épreuves nombreuses faites à Meudon avec les spectro-enregistreurs des vitesses (voir *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 382) nous permettent d'affirmer que cette explication est en général la vraie.

Ces flocculi noirs du calcium sont de deux sortes : les uns ont la forme de fils plus ou moins longs et larges, plus ou moins droits, et ont été appelés par nous *filaments;* les autres sont des plages noires ou relativement noires, assez larges, qui entourent les gros flocculi brillants reliés aux facules de la surface et aux belles taches, et que nous appellerons *anneaux faculaires* ou *circumfacules*. Ces noms nouveaux ont l'avantage de faciliter l'exposition des faits.

Les filaments noirs du calcium ont été jusqu'ici présentés brièvement, comme assez courts et assez rares, et sans autre commentaire; or, ils nous paraissent avoir une réelle importance, et nous leur avons prêté une grande attention. Nous en avons relevé un nombre relativement grand, surtout au moment du maximum des taches, sur la longue série d'épreuves de K_2 commencée en 1893 avec le spectro-héliographe n° 1. Ils sont plus apparents sur les épreuves d'un diamètre plus grand, faites depuis 1899, et lorsque la pose et le développement de l'épreuve ont été poursuivis de manière à faire ressortir les petits contrastes.

Parmi les épreuves de Meudon reproduites en héliogravure (*Mémoires de* 1905 *et* 1907), je citerai celles du 11 mars 1904, des 20 et 21 juillet 1905, qui montrent des plages circumfaculaires très nettes, et aussi de grands filaments. Sur les deux dernières, on aperçoit un filament près du pôle

---

(1) Il arrive parfois aussi que, en ces points, la raie K_2 est diminuée en intensité.

nord, et un autre, double et très long, qui traverse le Soleil entier d'un bord à l'autre en côtoyant une grande facule (¹).

D'une manière générale, ces filaments apparaissent à toutes les latitudes et sont plus nets près des bords; ils durent quelquefois plusieurs jours, en subissant des changements rapides et souvent ils aboutissent du côté ouest à une facule.

Les plus nets offrent parfois de chaque côté des filaments parallèles, brillants et noirs alternativement; car il y a aussi des filaments brillants, *a priori* aussi intéressants que les noirs. L'ensemble de ces filaments parallèles fait penser aux plissements de la surface terrestre et à l'aspect de certaines chaînes de montagnes.

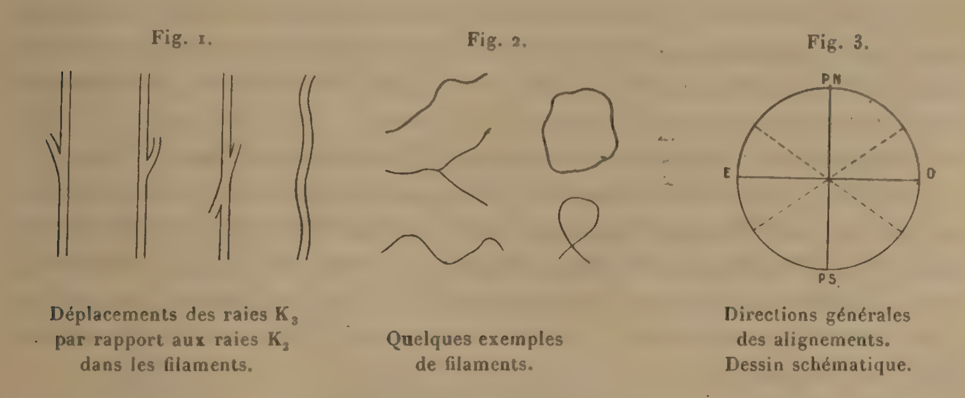


Fig. 1. Déplacements des raies K_3 par rapport aux raies K_2 dans les filaments.

Fig. 2. Quelques exemples de filaments.

Fig. 3. Directions générales des alignements. Dessin schématique.

Enfin, ces filaments ont une autre propriété curieuse : ils sont le siège de mouvements radiaux notables, d'autant plus qu'ils sont plus noirs. Tel est, en particulier, le cas de l'un des deux filaments visibles le 24 mars dernier dans le quadrant sud-est, sur l'épreuve du petit spectro-héliographe. L'épreuve des vitesses faite le même jour par M. Burson, astronome assistant, avec le spectro-enregistreur n° 2, montre les raies K_3 fortement inclinées ou déplacées par rapport aux raies K_2, les vitesses radiales atteignant 40^{km} par seconde. Lorsque la fente du spectrographe coupe le filament dans sa longueur, la raie K_3 devient sinueuse (voir la figure 1

(¹) Ces longs filaments de juillet 1905, qui ont l'aspect de cassures ou de failles, sont relativement peu nets et peu noirs. Parmi les filaments qui sont à ce point de vue plus accentués, je citerai ceux relevés les 24, 29 et 30 mai, 30 novembre 1905, 12 avril, 26 et 27 juin, 12 au 29 juillet, 25 au 29 septembre 1906 et, en remontant plus haut, les filaments relevés du 2 au 9 avril 1894, les 16, 19, 21, 27, 28 et 30 juin, 5 juillet 1894, 16 mars 1895, 23 mars et 4 novembre 1897, 16 mars 1898, 14 décembre 1899, le 17 mars et 20 avril 1903, le 20 octobre, les 12 et 14 novembre 1904.

ci-contre). Avec le grand spectro-enregistreur n° 3, ces mouvements radiaux sont encore plus nets ([1]).

Or on a écrit souvent que, sur le disque, les déplacements et mouvements radiaux de H_3 et K_3 étaient insignifiants. Cela est vrai dans une certaine mesure pour les points ordinaires du disque; mais il y a exception tout au moins pour ces filaments noirs, et cette découverte augmente encore l'intérêt qui s'attache à ces objets singuliers.

Cependant, sur les épreuves de vitesse radiale, on reconnaît aisément les filaments noirs révélés par le petit spectro-héliographe n° 1, en suivant simplement les points où la raie K_3 est faible; et, en même temps, sur la surface entière, on distingue d'autres alignements qui ont la même propriété à un degré moindre. Nous avons été ainsi conduits à rechercher avec le grand spectro-héliographe n° 3 l'image monochromatique de K_3; et nous l'avons obtenue avec une fente large de $0^{A},03$ à $0^{A},04$ et des poses variant de 20 à 30 minutes.

L'image de K_3, comparée à celle de K_2, a des différences caractéristiques.

a. Les filaments décelés par le petit spectro-héliographe sont beaucoup plus noirs et des filaments nouveaux, non reconnus avec K_2, apparaissent à toutes les latitudes, en affectant parfois, plus que les premiers, la forme courbe (voir la figure 2). Par exemple, le 23 juillet dernier, alors que l'épreuve de K_2 ne montre qu'un seul filament noir, celle de K_3 en a quinze dans la moitié ouest.

b. Les plages noires circumfaculaires sont beaucoup plus étendues.

c. Les protubérances sont photographiées en même temps que la partie centrale du Soleil, avec le même temps de pose. Parfois le bord du Soleil manque à la base de la protubérance, qui se confond avec l'image du disque; ce qui annonce une protubérance située au bord même de l'astre. D'où un moyen de déterminer la longitude des protubérances plus exactement qu'on ne l'a fait jusqu'alors.

d. Les grandes plages brillantes des facules ont à peu près les mêmes formes générales qu'avec K_2, mais diffèrent notablement dans les détails. C'est ainsi qu'elles offrent de petits points très brillants qui correspondent aux parties où les composantes de K_2 se resserrent.

e. Les plages circumfaculaires, qui ne sont que relativement noires, pré-

---

([1]) La figure 1 ne représente pas l'aspect réel des deux raies K_2 et K_3. La raie K_3 est déplacée par rapport à K_2; ou, si K_2 est déplacée, K_3 l'est beaucoup plus; et la composante de K_2 du côté du déplacement est ou diminuée ou supprimée. Ces variations des composantes de K_2 sont mal indiquées sur le dessin.

sentent de petits filaments courbes, très noirs et très fins, qui ont parfois la forme de spirales.

f. Sur l'épreuve, les principaux détails de l'image K_2 apparaissent, mais atténués, et en plus on distingue des alignements droits ou légèrement courbes, jusqu'alors insoupçonnés. Les filaments noirs et brillants sont les principaux de ces alignements. Or, à certains jours, les alignements peuvent être ramenés à deux grandes directions, qui sont marquées par les traits pointillés du dessin schématique de la figure 3 et qui rappellent les grandes directions des alizés et contre-alizés de l'atmosphère terrestre.

Aux pôles, où les flocculi sont plus faibles, les noirs et les blancs de l'image se groupent de manière à donner l'aspect des veines de certains bois.

Tels sont les premiers résultats de cette étude, qui sera continuée. Les filaments, qui forment le caractère principal de la couche supérieure, sont liés évidemment à la circulation générale des vapeurs dans la haute atmosphère, aux variations accidentelles de leur vitesse de rotation et probablement aussi à la formation ou à la dissipation des facules, et d'une manière générale à tous les phénomènes des couches plus basses. Cette étude peut éclairer plusieurs points importants relatifs à l'atmosphère solaire et même, par analogie, à l'atmosphère terrestre.

CORRESPONDANCE.

M. **George-E. Hale**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. **Jean Charcot**, au moment de partir pour son expédition française au pôle Sud, adresse ses remercîments à l'Académie des Sciences qui a bien voulu lui accorder son haut patronage et aussi rédiger des Instructions pour les membres de l'Expédition.

L'Académie l'accompagne de ses vœux. Le succès atteint par la première expédition lui est un sûr garant que la seconde saura justifier sa confiance et obtenir des résultats de haut intérêt.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Notre flotte aérienne, par Wilfrid de Fonvielle et Georges Besançon.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la rotation du Soleil.* Note de M. A. **Perot**, présentée par M. Deslandres.

Deux méthodes principales ont été mises en œuvre pour étudier la rotation du Soleil : l'une est basée sur l'observation des phénomènes superficiels; elle s'adresse soit aux taches, dont le mouvement a permis à Carrington et à ses continuateurs de reconnaître l'accélération équatoriale, soit aux flocculi de l'hydrogène et du calcium révélés par les spectro-héliographies; c'est ainsi que récemment M. Hale a pu annoncer que le mouvement d'ensemble des flocculi de l'hydrogène est différent de celui des taches et uniforme de l'équateur au pôle; ce procédé est très délicat d'emploi à cause des mouvements propres et des déformations. La méthode spectroscopique, d'autre part, fondée sur la mesure de la variation de longueur d'onde des raies du spectre solaire quand on passe d'un bord à l'autre du Soleil, peut en principe s'appliquer indifféremment à toutes les raies et semble la plus puissante; elle a été mise en œuvre tout d'abord par M. Duner dans un magistral travail, poursuivie par M. Hale qui trouva des résultats très intéressants, perfectionnée par M. Adams grâce à l'emploi de la photographie, qui lui permit de reconnaître que les vapeurs de carbone et de lanthane ne tournent pas suivant la même loi que les vapeurs de fer et d'autres métaux, et ensuite de découvrir indépendamment la loi spéciale de rotation de l'hydrogène, énoncée ci-dessus. Enfin M. Deslandres a appliqué récemment une autre méthode de mesure basée sur l'inclinaison des raies et employée par lui autrefois pour l'étude de la rotation des planètes; cette méthode offre ceci de particulier, qu'elle fait intervenir non plus deux points opposés du bord, mais un diamètre ou un parallèle entier de l'astre.

Il m'a paru intéressant d'essayer les méthodes et les instruments de spectroscopie interférentielle imaginés par M. Fabry et moi-même, qui nous ont permis de mettre en évidence les erreurs systématiques qui se sont glissées dans le beau travail de Rowland sur le spectre solaire.

Ce sont les premiers résultats de cette étude que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

L'appareil, analogue comme dispositions générales à celui que nous avons employé à Marseille, mais plus ramassé et plus commode, se compose d'un spectroscope à grande dispersion, à réseau plan et miroirs concaves; la lumière d'une région déterminée du Soleil, dont l'image a 36^{mm} de diamètre, isolée par une fente de 3^{mm} sur $0^{mm},5$, est reçue sur la fente du spectroscope; elle produit un spectre qui tombe sur une fente séparatrice qu'un mouvement très lent permet de déplacer; on isole ainsi une raie déterminée avec un peu de lumière continue de part et d'autre; l'ensemble, traversant un double système afocal de lentilles cylindriques, tombe sur un étalon interférentiel en acier-nickel, dit *invar*, et pénètre enfin dans la lunette d'observa-

tion, réglée pour l'infini, mobile autour d'un axe horizontal et munie d'un oculaire micrométrique. Grâce aux lentilles cylindriques, on voit dans la lunette une image du réseau allongée verticalement, rétrécie horizontalement, dans laquelle la lumière serait homogène si l'étalon n'existait pas et sur laquelle viennent se peindre en noir les anneaux dus à la présence de la raie étudiée dans la portion de spectre isolée par la fente séparatrice.

L'angle d'incidence sur l'étalon, correspondant à un anneau déterminé, mesuré par le diamètre de cet anneau, est donné par la relation

$$2ne\cos i = k\lambda$$

ou, i étant très petit,

$$2ne\left(1 - \frac{i^2}{2}\right) = k\lambda,$$

n désignant l'indice de l'air, e l'épaisseur de l'étalon, k le numéro d'ordre de l'anneau, λ la longueur d'onde.

Si l'on considère un anneau déterminé d'ordre k et qu'on change la région du Soleil reçue sur la fente du spectroscope, i prend une nouvelle valeur i_1, par suite de la rotation du Soleil, correspondant à la nouvelle valeur λ_1 de la longueur d'onde ; la relation liant i_1 et λ_1 est alors

$$2ne\left(1 - \frac{i_1^2}{2}\right) = k\lambda_1.$$

On déduit de ces deux équations, en négligeant i^2 devant l'unité,

$$\frac{i^2 - i_1^2}{2} = \frac{\lambda_1 - \lambda}{\lambda}$$

ou, si les régions du Soleil choisies sont les extrémités d'un même parallèle le long duquel la vitesse est v, V désignant la vitesse de la lumière,

$$v = \frac{V}{2}\,\frac{i + i_1}{2}(i - i_1).$$

La mesure consiste donc simplement à déterminer les rayons successifs, et dans le calcul qui donne v n'interviennent ni la longueur d'onde de la raie considérée, ni l'épaisseur de l'étalon ; de plus aucun spectre de comparaison, ni aucun repère dans le spectre ne sont nécessaires.

Outre les précautions voulues dans toute recherche de ce genre pour prélever la lumière dans la région convenable du Soleil, il faut que la seconde fente ait une largeur suffisante pour qu'en lumière continue aucune trace d'anneau ne soit discernable ; que, de plus, lors de la mesure, la raie soit placée au milieu de la fente ; cette dernière précaution est indispensable pour l'étude des raies larges.

Ces recherches, qui n'en sont qu'à leur début, ont donné les résultats suivants :

Longueur d'onde (Rowland).	Nature.	Vitesse angulaire. Équateur.	Vitesse angulaire. Parallèle de 45°,7.	Durée de la révolution. Équateur.	Durée de la révolution. Parallèle de 45°,7.
Å		°	°	j	j
5202,4	»	14,5	11,9	25	30,2
5349,6	Ca	15,1	14,2	23,8	25,6
6065,7	Fe	14,9	12,2	24,1	29,6
6122,4	Ca	14,7	14,2	24,4	25,6

Il semble d'après ces nombres que l'accélération équatoriale soit très peu marquée pour les deux raies du calcium étudiées, tandis qu'elle se présente comme absolument normale pour les deux autres raies ; le calcium serait intermédiaire entre l'hydrogène et les métaux peu volatils, tels que le fer, ce qui confirme les résultats obtenus par les observateurs de Yerkes et du mont Wilson sur la couche moyenne du calcium (raie H_2).

J'ai l'intention d'étendre ces recherches et de perfectionner l'appareil en employant les procédés photographiques.

ALGÈBRE. — *Sur les équations ayant toutes leurs racines réelles.* Note de M. A. **Pellet**, transmise par M. Appell.

1. Soit

$$a_0 x^m + m a_1 x^{m-1} y + \ldots + \frac{m(m-1)\ldots(m-n+1)}{1.2\ldots n} a_n x^{m-n} y^n + \ldots + a_m y^m = 0$$

une telle équation. Les $m-2$ quantités c définies par la formule

$$C_n = \frac{a_{n-1} a_{n+1}}{a_n^2} = 1 - \frac{1}{h_n^2},$$

sont négatives ou inférieures à 1 dans le cas où elles sont positives, de sorte que les quantités h_n sont réelles et nous les supposerons prises positives. Avec les segments égaux à deux h consécutifs, h_n et h_{n+1}, et l'unité on peut construire un triangle; autrement dit les trois inégalités

$$h_n + h_{n+1} \geqq 1, \qquad h_n + 1 \geqq h_{n+1}, \qquad 1 + h_{n+1} \geqq h_n$$

sont satisfaites.

Considérons trois quantités h consécutives et posons

$$h_{n-1} = h_n + \theta, \qquad h_{n+1} = h_n + \theta'.$$

La somme $\theta + \theta'$ tend vers zéro lorsque h_n tend vers l'infini.

2. L'équation

$$1 + \frac{x}{q} + \frac{Cx^2}{q^4} + \frac{C^2 C_1}{q^{3^2}} x^3 + \ldots + \frac{C^{n-1} C_1^{n-2} \ldots C_{n-2}}{q^{n^2}} x^n + \ldots = 0,$$

où q est une quantité supérieure à $\sqrt[4]{5}$ et C_i une quantité réelle comprise entre -1 et $+1$, a toutes ses racines réelles.

CINÉMATIQUE. — *Sur quelques mouvements remarquables.* Note de M. **Haag**, présentée par M. P. Painlevé.

I. Dans une Note récente ([1]), M. Darboux étudie une certaine correspondance entre deux courbes C et C', telle que la figure formée par deux points homologues M et M' et les tangentes en ces points à C et C' soit invariable. Dans une étude géométrique sur les surfaces réglées, j'ai été amené à étudier la même question, ce qui m'a conduit à des résultats de Cinématique qui me semblent intéressants.

Proposons-nous, d'une façon générale, d'étudier *le mouvement d'une figure* F, *tel que les vitesses des différents points de cette figure aient une direction fixe par rapport à* F.

Supposons d'abord que F *ne comprenne que deux points* M_1 *et* M_2. *Si les vitesses de ces points sont obliques* par rapport à M_1M_2, les plans normaux à ces vitesses se coupent suivant une droite Δ formant avec F une figure invariable que nous appellerons encore la figure F.

Considérons alors les deux hyperboloïdes de révolution H et H' ayant pour axe et pour génératrice, le premier Δ et M_1M_2, le second M_1M_2 et Δ. Soient d'autre part S et S' les surfaces réglées engendrées par M_1M_2 et Δ. Il est facile de voir que *dans le mouvement de la figure* F, H *se raccorde constamment à* S *et* H' *à* S'. D'où l'on conclut aisément que S et S' sont applicables sur les deux hyperboloïdes, qui sont évidemment égaux. De plus, tout point fixe M de M_1M_2 décrit une courbe C provenant par déformation du parallèle de H auquel cette courbe est constamment tangente. De même un point

([1]) *Comptes rendus,* 27 avril 1908.

fixe M' de Δ décrira sur S' une courbe analogue C'. En particulier on retrouve le résultat établi par M. Darboux que *les deux points* M_1 *et* M_2 *décrivent les déformées de deux parallèles d'un même hyperboloïde.* On voit en outre que, dans le cas actuel, *il y a une infinité de points dont les vitesses ont des directions fixes.*

Supposons maintenant les vitesses de M_1 *et* M_2 *normales à* M_1M_2. Dans ce cas, Δ coïncide avec M_1M_2 et le raisonnement précédent est en défaut. Effectivement, M. Darboux a prouvé que le point M_1, par exemple, pouvait décrire une courbe arbitraire C_1. La courbe C_2 sera alors une trajectoire sous un angle constant des lignes de courbure d'une surface canal dont la ligne des centres de courbure serait C_1. On déduit de cette simple remarque que si deux courbes C_2 et C'_2 sont tangentes en un point et correspondent à une même courbe C_1, elles coïncident. Or, si nous revenons au mouvement de tout à l'heure, on voit immédiatement que les courbes C et C' sont dans la correspondance actuelle. Je dis qu'*en déformant la surface réglée* (R) *engendrée par* M_1M_2, *on peut amener* C_1 *et* C_2 *à être dans la position des courbes* C *et* C'. En effet, traçons un cercle Γ tangent en M_1 à C_1 et considérons un hyperboloïde de révolution (H_1), dont l'axe passe par M_2, dont une génératrice passe par M_1 et soit perpendiculaire à la tangente en M_2 à C_2, et enfin qui contienne le cercle Γ. Un raisonnement intuitif montre qu'on peut déformer à la fois (H_1) et (R) de façon que les deux courbes C_1 et Γ viennent coïncider. Or Γ devient une courbe C, et le point M_2 décrit une courbe C'. En s'appuyant sur la remarque faite plus haut, on en déduit que C_2 vient précisément coïncider avec C', car ces deux courbes sont tangentes en M_2.

On peut voir qu'il y a dans le choix de la surface (H_1) plusieurs arbitraires et en profiter pour que les courbes C et C' proviennent par déformation de deux parallèles d'une même surface gauche situés à des distances arbitraires du cercle de gorge. En particulier, ces deux parallèles peuvent être confondus avec le cercle de gorge. Alors *les courbes* C *et* C' *sont deux courbes de Bertrand associées* et l'on retrouve un résultat de M. Darboux.

Supposons maintenant que *la figure* F *se compose de plus de deux points.* J'énonce simplement les résultats :

Si l'on a *trois points en ligne droite à vitesses obliques,* on est dans le cas du premier mouvement étudié.

Si l'on a *trois points en ligne droite à vitesses normales,* ils décrivent des courbes provenant par déformation de trois hélices d'un hélicoïde gauche à plan directeur. La droite qui les porte est donc constamment binormale d'une courbe à torsion constante.

Si l'*on a trois points formant un triangle* $M_1 M_2 M_3$ *et si toutes les vitesses sont obliques au plan de ce triangle, le mouvement est hélicoïdal.*

Si les vitesses de M_1 *et* M_2 *sont obliques et celles de* M_3 *normale au plan*, on a le mouvement du début, M_3 étant un point quelconque de la droite Δ.

Si enfin *les vitesses de* M_1 *et* M_2 *sont normales*, on tombe sur le cas des trajectoires orthogonales d'une famille de plans.

Le cas où l'on aurait plus de trois points se ramène immédiatement aux précédents.

Remarque. — Revenons au premier mouvement considéré dans cette Note pour examiner un cas particulier intéressant. Il peut arriver que *la droite* Δ *soit perpendiculaire à* $M_1 M_2$. Alors l'hyperboloïde H se réduit à la portion du plan du cercle Γ ayant pour axe Δ et tangent à $M_1 M_2$, extérieure à ce cercle. Les génératrices de H sont les tangentes à Γ, les parallèles sont les cercles concentriques. Mêmes remarques au sujet de H'. Les surfaces S et S' sont alors développables. On reconnaît immédiatement que Δ est l'axe de courbure de la courbe C provenant sur S de la déformation de Γ. Donc, dans le mouvement, Γ *est constamment le cercle de courbure de* C, *qui est donc une courbe à courbure constante* (¹).

En considérant de même la courbe C' analogue à C, on retrouve toutes les propriétés du cas particulier des courbes de Bertrand étudié par Mage. Si l'on remarque enfin que le cas actuel est le seul où la droite $M_1 M_2$ engendre une développable (les vitesses étant obliques), on en déduit le théorème suivant, facile à établir directement :

Si sur une surface développable il y a deux courbes interceptant une longueur constante sur toutes les génératrices et coupant celles-ci sous des angles aigus constants, l'arête de rebroussement de cette surface est une ligne à courbure constante.

RADIOACTIVITÉ. — *Action de l'émanation du radium sur les solutions des sels de cuivre.* Note de Mme **Curie** et Mlle **Gleditsch**.

MM. Ramsay et Cameron ont annoncé il y a un an, dans diverses publications, qu'ils avaient observé la production de métaux alcalins et de lithium dans les solutions de sels de cuivre soumises à l'action de l'émanation du radium. Ils ont conclu qu'en présence de l'émanation le métal cuivre éprouve une *dégradation* en éléments de la même famille et de poids atomique inférieur : potassium, sodium, lithium (²).

(¹) Ceci peut se déduire de la proposition plus générale suivante : *Si l'on déforme un plan en conservant rectilignes les tangentes à une courbe* Γ, *la courbure de cette courbe est conservée.*

(²) *Nature*, juillet 1907. — *Chem. Soc.*, septembre 1907. — *Comptes rendus*, 1908. — *Archives de Genève*, avril 1908, etc.

Ces résultats importants ont vivement attiré l'attention et il paraissait désirable de les reproduire dans les laboratoires qui possèdent une quantité suffisante de radium.

Voici en quoi consiste l'expérience :

Une solution de sel de cuivre (sulfate ou azotate) est placée dans un petit ballon de verre dans lequel on introduit une forte quantité d'émanation qu'on laisse s'y détruire spontanément. Ensuite on sépare le cuivre; la solution restante est évaporée à sec, et l'on examine le résidu. Les mêmes opérations sont effectuées avec une solution du même sel de cuivre qui n'a pas subi l'action de l'émanation. Les expériences ont été répétées plusieurs fois. Le résidu consiste surtout en sel de sodium (avec un peu de K et de Ca); dans les quatre expériences décrites, où l'on a fait agir l'émanation, la présence du lithium est observée à l'aide du spectroscope; dans les expériences témoins, le résidu est notablement inférieur, et l'on ne constate pas la présence de lithium. MM. Ramsay et Cameron ont fait un essai de détermination de la quantité de lithium observée, et ils indiquent le présence d'environ $0^{mg},00017$ de lithium dans le résidu qui pèse $1^{mg},67$ pour $0^{g},27$ de cuivre employé ($0^{g},815$ d'azotate de cuivre), tandis que dans l'expérience témoin correspondante le résidu est seulement de $0^{mg},79$ (1).

Nous avons cherché à reproduire l'expérience dans des conditions de sécurité aussi grande que possible. L'expérience est, en effet, délicate et comporte plusieurs causes d'erreur dont la principale est l'emploi d'un vase de verre, ainsi que M. Ramsay l'a fait remarquer lui-même.

Nos expériences préliminaires ont montré qu'il est extrêmement difficile d'avoir des produits chimiques exempts de lithium.

On en trouve dans l'eau distillée, dans presque tous les réactifs; si un réactif n'en contient pas et qu'on le laisse séjourner dans un vase de verre, il en contient des traces après quelque temps. L'expérience suivante a été faite : l'eau qui a été distillée dans un alambic en platine et conservée dans une bouteille de platine ne laisse aucun résidu visible après évaporation de 250^{cm^3} dans une capsule de platine, et la dernière goutte résultant de la concentration ne donne pas le spectre du lithium. Mais si de l'eau obtenue de la même manière est conservée dans un flacon de verre pendant 24 heures, on peut constater après évaporation l'existence d'un petit résidu constitué principalement par un sel de sodium, mais contenant aussi une trace de lithium.

Il nous a paru indispensable de remplacer le verre par une autre matière. Nous avons constaté qu'il était également dangereux d'employer le quartz,

(1) Cette quantité de lithium métallique ne correspond pas à la teneur indiquée par le mélange de sels de sodium et de lithium qui a servi pour la comparaison, et il doit y avoir une erreur de rédaction que nous n'avons pas pu préciser.

matière que M. Ramsay emploie actuellement, parce que les vases de quartz du commerce contiennent du lithium. Nous avons traité par de l'acide fluorhydrique exempt de lithium un débris d'une capsule de quartz opaque et un morceau d'un tube de quartz transparent; dans le résidu, on pouvait constater la présence de lithium en proportion notable; le quartz transparent en contient bien plus que le quartz opaque. Nous avons alors pris la décision d'employer des vases de platine.

L'appareil qui nous a servi se compose d'un récipient cylindrique en platine placé horizontalement, ayant $7^{cm},5$ de longueur, $1^{cm},5$ de diamètre extérieur; ce récipient porte à une extrémité un petit tube de platine vertical, par lequel on peut introduire la solution. Le petit tube reçoit un couvercle de platine qui protège la solution, mais ne constitue pas une fermeture étanche. Un tube de verre est soudé extérieurement sur le tube de platine; il est muni d'une tubulure latérale à robinet. La solution est introduite dans l'appareil au moyen d'un siphon de platine; elle est retirée par le même procédé et ne se trouve à aucun moment en contact avec le verre de l'appareil.

L'eau et les acides nécessaires pour l'expérience ont été redistillés dans un alambic de platine et conservés dans des bouteilles de platine; nous avions constaté en effet que tous ces réactifs contenaient du lithium, surtout l'acide sulfurique. Après le traitement de purification, on ne pouvait plus constater la présence du lithium dans le résidu d'évaporation de 80^{cm^3} d'acide azotique, de 25^{cm^3} d'acide sulfurique, de 25^{cm^3} d'acide fluorhydrique et de 250^{cm^3} d'eau.

Ainsi que M. Ramsay l'a fait remarquer, les sels de cuivre purs du commerce contiennent des quantités notables de lithium.

Nous avons essayé différents procédés de purification : précipitation répétée par l'hydrogène sulfuré, dépôt de cuivre par l'électrolyse, cristallisation fractionnée; nous avons finalement employé du sulfate de cuivre qui avait subi un grand nombre de cristallisations dans une capsule de platine, la dissolution étant chaque fois faite avec de l'eau pure. Ce traitement est d'abord très efficace, mais il est au contraire très difficile, sinon impossible, d'enlever les dernières traces de lithium. Quand la purification a été arrêtée, on pouvait avec beaucoup de peine découvrir le lithium dans le résidu de traitement de 50^{g} de cuivre, mais on ne pouvait plus du tout constater sa présence dans le résidu de traitement de 2^{g} de sel.

L'émanation était fournie par une solution qui contenait $0^{g},19$ de radium ($0^{g},25$ $RaCl^2$). Elle était d'abord condensée dans un serpentin plongé dans l'air liquide, puis aspirée dans l'appareil d'expérience. Pour connaître

avec certitude la quantité d'émanation introduite, nous mesurions le rayonnement pénétrant de l'appareil par comparaison avec celui d'une ampoule contenant une quantité de radium connue. Pour cette mesure, on employait un condensateur à plateaux de grandes dimensions spécialement construit.

Deux expériences en tout point analogues ont été effectuées. On introduisait dans l'appareil environ 7^{cm^3} de solution de sulfate de cuivre pur; ce liquide présentait une grande surface libre relativement à son volume. On fermait l'appareil à la lampe. L'émanation était introduite à plusieurs reprises; pour assurer sa dissolution, on agitait la solution en inclinant l'appareil placé dans la glace fondante; cette opération était renouvelée fréquemment. Les poids de métal cuivre employés étaient $0^g,26$ et $0^g,14$. La quantité d'émanation introduite en tout était mesurée dans les deux cas par l'émanation saturée de $0^g,37$ de radium; la quantité d'émanation qui s'était effectivement détruite dans l'appareil était un peu inférieure; elle était mesurée par l'émanation saturée de $0^g,27$ Ra. Quand l'expérience est considérée comme terminée, on transporte la solution de l'appareil d'expérience dans un creuset de platine, et on l'additionne de quelques gouttes d'acide azotique. Dans ce même creuset, on introduit une électrode de platine sur laquelle on fait déposer le cuivre. La solution privée de cuivre est évaporée à sec dans le creuset et chauffée juste assez pour chasser l'acide sulfurique; le résidu est dissous dans quelques gouttes d'eau et traité par l'hydrogène sulfuré pour enlever les traces de cuivre encore présentes. Le liquide, filtré à l'aide d'un petit entonnoir de platine, est recueilli sur un couvercle de platine de poids connu et évaporé à sec à température très modérée. Le résidu très faible est pesé.

On soumet au même traitement 7^{cm^3} d'une solution de sulfate de cuivre pur qui n'a pas subi l'action de l'émanation. Les résidus finalement obtenus sont examinés au spectroscope. Leurs poids étaient $0^g,0004$ et $0^g,0005$ pour les expériences directes et $0^g,0003$ et $0^g,0002$ pour les expériences témoins.

On peut remarquer que la quantité de cuivre employée est voisine de celle employée par M. Ramsay. La quantité d'émanation utilisée est aussi approximativement la même ($1^{mm^3},85$ d'émanation suivant la base d'évaluation de M. Ramsay). Toutefois, le résidu finalement obtenu est beaucoup plus faible.

L'examen spectroscopique a montré que ce résidu contient principalement du sodium et un peu de potassium; la présence de lithium n'a pas pu être constatée. Une expérience faite avec des mélanges de sulfates de sodium et de lithium a montré qu'on peut encore, bien qu'avec peine, constater la présence de la raie rouge du lithium avec un mélange qui contient

10000 parties de SO^4Na^2 pour une partie de SO^4Li^2, et qu'il est facile de voir cette même raie avec un mélange contenant 3000 parties SO^4Na^2 pour une partie SO^4Li^2. Par suite, la quantité de métal lithium qui pouvait être présente était inférieure à $0^{mg},6.10^{-5}$.

Avec les mêmes quantités de cuivre et d'émanation MM. Ramsay et Cameron indiquent la présence de $1^{mg},7.10^{-4}$ de lithium. Si par suite d'une erreur de rédaction, ce chiffre représente du chlorure de lithium, la quantité de métal lithium serait encore égale à $3^{mg}.10^{-5}$.

Le résidu que nous obtenons est dans tous les cas beaucoup plus faible que celui obtenu par MM. Ramsay et Cameron, et ceci résulte probablement de la suppression de l'emploi du verre. La différence des poids des résidus obtenus par nous dans les expériences directes et dans les expériences témoins est très faible ($0^{mg},1$ à $0^{mg},3$); elle s'explique probablement par le fait que, dans l'expérience faite avec l'émanation, la rentrée de celle-ci peut amener l'introduction de traces de matières étrangères. Dans l'expérience la plus complète de MM. Ramsay et Cameron cette même différence est $0^{mg},88$ et nous pensons qu'elle peut être attribuée à l'attaque plus énergique du verre par la solution en présence de l'émanation.

L'expérience de contrôle suivante a été faite :

Dans une solution de sulfate de cuivre contenant $0^g,27$ de cuivre, nous avons introduit une quantité de sulfate de lithium correspondant à $1^{mg},7.10^{-4}$ de LiCl; cette solution a ensuite été traitée de la même manière que dans les expériences précédemment décrites. Avec le résidu finalement obtenu, il était très facile d'apercevoir la raie rouge du lithium, ce qui prouve que le lithium n'a pas été perdu au cours du traitement.

En résumé, nous pouvons dire que nous n'avons pas réussi à confirmer les expériences de MM. Ramsay et Cameron. Il nous est évidemment impossible d'affirmer qu'il ne s'est formé dans l'expérience aucune trace de sodium ou lithium; nous pensons toutefois que le fait de la formation de ces éléments ne peut pas être considéré comme établi.

TÉLÉGRAPHIE HARMONIQUE. — *Sur une application nouvelle de la superposition sans confusion des petites oscillations électriques dans un même circuit.* Note de M. E. **Mercadier**.

J'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats obtenus en superposant sur un même circuit télégraphique plusieurs courants alter-

natifs ou ondulatoires de faible intensité et de périodes différentes. J'ai montré par exemple : 1° qu'en produisant des signaux avec des courants alternatifs à l'aide d'*électrodiapasons*, et les recevant à l'extrémité d'un circuit dans des *monotéléphones* dont les plaques vibrantes sont exactement accordées avec les électrodiapasons, on obtenait un système de télégraphie harmonique, dit *multiplex*, dans lequel les signaux émis à l'aide d'un manipulateur Morse étaient reçus sans confusion par l'oreille armée d'un tube dont l'extrémité était placée à une très petite distance des plaques réceptrices; 2° qu'on pouvait ainsi superposer *dans le même circuit, dans les deux sens et simultanément*, les signaux provenant de douze électrodiapasons et reçus par douze monotéléphones, et cela sur des lignes de 5^{km} à 700^{km} de longueur.

En ajoutant quelques organes simples à ce dispositif, nous sommes parvenus, mon collaborateur M. Magunna et moi, à réaliser la multiplication des signaux émis et reçus sans confusion par des appareils télégraphiques dont les indications sont inscrites et même imprimées sur des bandes de papier mobiles, tels que les appareils Morse et Hughes.

A cet effet il a suffi de superposer convenablement au disque d'un monotéléphone un levier très léger et très mobile, oscillant à longue période autour d'un axe, et dont une extrémité repose en contact métallique sur le disque. Ce levier est repoussé, dès l'arrivée d'un signal provenant d'un diapason, par les vibrations très rapides du disque accordé sur ce diapason et reste soulevé pendant la durée du signal, permettant ainsi au courant continu d'une pile locale ordinaire de traverser les électro-aimants de récepteurs Morse ou Hughes, par l'intermédiaire, si c'est nécessaire, d'un relais différentiel très sensible.

Les monotéléphones armés d'un tel levier, dont la pression sur leur disque est convenablement réglée à l'aide d'un contrepoids, transforment ainsi des signaux produits par des courants *alternatifs* intermittents en courants *continus* de même intermittence; ils constituent ce qu'on peut appeler des *relais monotéléphoniques*.

Un premier essai de ce système a été fait l'an dernier sur des circuits, entre Paris et le Havre, de 250^{km} de longueur, avec un plein succès, en utilisant à chaque extrémité quatre appareils Hughes, et en dépensant seulement l'énergie fournie par deux accumulateurs.

Mais récemment, en opérant entre Paris et Marseille, sur un circuit en fil de bronze dont la résistance est d'environ 1 ohm par kilomètre, et dont la longueur est de 900^{km} à peu près, nous avons pu, pendant le mois de juillet dernier, échanger des dépêches télégraphiques simultanément, dans les deux sens, à l'aide de six appareils Hughes indépendants les uns des autres, animés par six électrodiapasons vibrant sous l'action de la même batterie de six accumulateurs seulement, et placés dans chacun des deux

postes de Paris et de Marseille. *En même temps*, deux autres appareils Hughes ou deux appareils Baudot quadruples, disposés dans le même circuit à l'aide de l'un des dispositifs connus servant à produire la télégraphie et la téléphonie simultanées, échangeaient des dépêches en employant les courants d'une pile ordinaire à courant *continu*.

Il est inutile d'insister sur l'intensité du travail qu'on peut obtenir sur un seul circuit télégraphique même très long à l'aide d'un tel système dépensant une si faible énergie, et permettant l'utilisation simultanée dans les deux sens de plusieurs transmetteurs dont le nombre dans chaque poste n'est nullement limité à sept.

D'autre part, au point de vue de l'application des lois de la Mécanique aux courants électriques ondulatoires ou alternatifs, les résultats ci-dessus semblent présenter un grand intérêt.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse physicochimique des vins*. Note de MM. **Paul Dutoit** et **Marcel Duboux**, présentée par M. L. Maquenne.

Il est bien connu, depuis les recherches de M. D. Berthelot, que la méthode des conductivités électriques permet de titrer des acides et des bases, même très faibles ou en solution très diluée.

Nous avons établi d'autre part que, lorsqu'il s'agit de mélanges d'acides ou de bases, l'analyse de la courbe de neutralisation renseigne sur la proportion et la force des composants.

Nous nous sommes appuyés sur ces derniers travaux pour montrer, dans la présente Note, que la méthode des conductivités, appliquée à l'analyse des produits de distillation du vin, conduit à des résultats plus complets que l'acidimétrie.

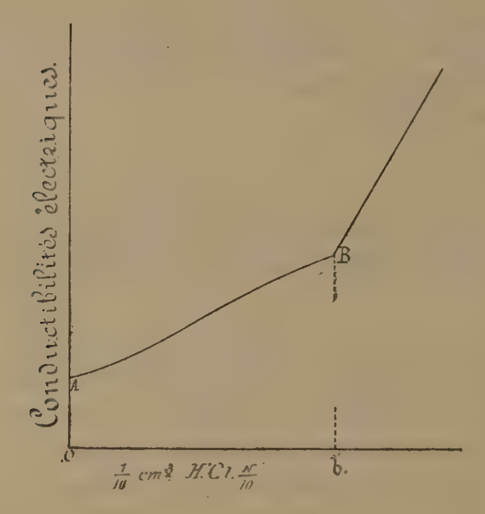
Bases volatiles. — Le vin est additionné de soude, puis distillé. La courbe de neutralisation par l'acide chlorhydrique du distillatum a l'allure représentée par la figure 1; le point d'inflexion B, toujours très net, correspond à la neutralisation des bases volatiles.

La quantité totale de ces bases varie, suivant la nature et l'âge du vin, de 0,6 à 2,5 équivalents milligrammes par litre. Or le dosage gravimétrique et colorimétrique de l'ammoniaque indique que dans les vins normalement fermentés cet alcali existe dans la proportion de 0,25 à 0,3 équivalent milligramme par litre et, sur ce point, nos

recherches confirment ce qu'on savait déjà. Il faut admettre que la différence entre la basicité totale et l'ammoniaque représente les bases organiques volatiles.

La présence dans les vins de ces produits, à odeur caractéristique, était connue (Gauthier, Halphen, Müntz, Laborde, etc.), mais ils n'avaient pas été dosés exactement, à notre connaissance tout au moins. Plusieurs déterminations, répétées sur un même vin, conduisent à des résultats identiques, d'autant plus intéressants que la teneur en bases organiques est très variable dans les différents vins.

Fig. 1.



Acides volatils. — L'acidité volatile du vin est due principalement, comme on sait, aux acides aliphatiques saturés, parmi lesquels l'acide acétique domine, et occasionnellement aussi aux acides sulfureux et carbonique.

La neutralisation du distillatum, suivie par des mesures de conductivités électriques, renseigne sur la nature de ces acides volatils.

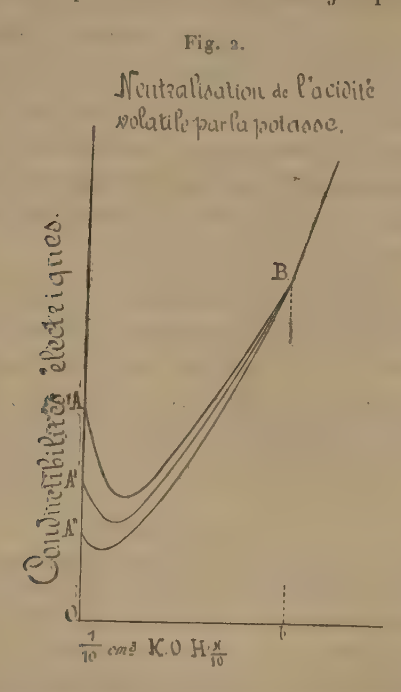
Les courbes de la figure 2 ont été fournies par trois vins dont l'acidité volatile totale, déterminée par acidimétrie, est la même, mais chez lesquels la proportion des acides forts est différente. Cette proportion se déduit assez exactement de la conductivité initiale A, A′, A″, de la position du minimum des courbes AB, A′B, A″B et de la teneur en alcool du distillatum.

Malheureusement le procédé qui consiste à distiller le vin avec la vapeur d'eau fournit des résultats qui dépendent du mode d'opérer, en ce qui concerne la propor-

tion des acides forts tout au moins. Cette cause d'erreur, que nous n'avons pas encore écartée, limite l'application de la nouvelle méthode dans ce cas particulier.

Il était intéressant de rechercher quels résultats les nouveaux procédés de dosage des matières tannantes en solution colloïdale (1) et des bases organiques fournissent lorsqu'on les applique à l'analyse de piquettes et de vins de raisins secs. Nos essais ne sont pas assez nombreux pour permettre des conclusions définitives; cependant nous avons jusqu'ici trouvé, sans exception, qu'il y a déficit, soit de matières tannantes, soit de bases, et généralement des deux. En outre l'allure de la courbe de neutralisation du vin par la baryte est différente. Ces différences sont surtout sensibles dans la partie CDE de la courbe (1), elles indiquent que les substances en solution colloïdales floculées par la baryte ont un pouvoir absorbant variable. Chez les piquettes, par exemple, la conductibilité au point D est plus faible qu'au point C, tandis que c'est l'inverse chez les vins naturels.

Fig. 2.



Ces observations, susceptibles de présenter une certaine importance pratique si elles se généralisent, seront complétées prochainement.

---

(1) *Comptes rendus* du 13 juillet 1908.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la cause de l'odeur prise par l'air soumis aux radiations ultra-violettes émises par la lampe à vapeur de mercure.* Note [1] de MM. H. **Bordier** et T. **Nogier**, transmise par M. Armand Gautier.

Au cours de recherches de Physique biologique, en travaillant avec la lampe à vapeur de mercure et en quartz, modèle de Kromayer, nous avons reconnu que l'air irradié prend une odeur comme phosphorée, qui nous a amenés à en rechercher la cause. Nous avions pensé, avec plusieurs autres physiciens (Fr. Fischer, F. Brähmer), à l'attribuer à de l'ozone formé par les radiations ultra-violettes de notre lampe. Mais en réfléchissant aux propriétés de ces radiations qui sont surtout réductrices, on comprend difficilement la formation d'un corps tel que l'ozone.

Pour résoudre directement cette question, nous avons aspiré l'air irradié que nous avons fait circuler dans des flacons laveurs contenant soit de l'eau pure, soit de l'eau alcalinisée; l'air était capté au moyen d'un entonnoir s'adaptant exactement devant la fenêtre de quartz. Malgré l'emploi des réactifs les plus sensibles et quoique la circulation ait duré des heures, il n'a pas été possible de déceler la moindre trace ni d'ozone, ni de produits nitreux.

Après cette expérience, on était fondé à admettre que ce n'est pas à l'ozone qu'est due l'odeur constatée. Nous avons cependant voulu en avoir une preuve directe et, pour y arriver, nous avons remplacé l'air par des gaz ne contenant pas d'oxygène libre; nous avons pris de l'azote et de l'anhydride carbonique. Devant la fenêtre de quartz, nous avons fixé un flacon dont le fond avait été enlevé et dont le bouchon laissait passer un premier tube en verre destiné à amener le gaz, et un second par où le gaz, envoyé sous pression, sortait après irradiation; c'est à l'orifice de ce tube qu'on appréciait l'odeur du gaz. Le résultat fut tout à fait probant, l'odeur particulière persiste et est la même qu'avec l'air.

Ce n'est donc pas à l'ozone que peut être attribuée l'odeur signalée.

Il était intéressant d'arriver à trancher cette question et à connaître la cause exacte du phénomène; nous l'avons trouvée dans l'excitation par les charges électriques, développées sous l'influence des radiations ultra-violettes, de nos terminaisons olfactives. On sait que les nerfs de sensibilité

---

[1] Reçue dans la séance du 3 août 1908.

spéciale sont organisés de telle manière qu'ils ne peuvent répondre que d'une seule façon, quand ils ont été excités; le nerf olfactif, en particulier, préposé au sens de l'odorat, fait éprouver par son excitation une sensation odorante et rien que cette sensation. On sait aussi que des phénomènes d'ionisation, sous l'influence des radiations ultra-violettes, ont été observés par Lénard, J.-J. Thomson et Langevin, et démontrés directement par E. Bloch [1].

Nous avons pensé que les charges électriques, transportées par les ions et capables de produire la déviation d'un électromètre sensible, sont aussi susceptibles de provoquer l'excitation des filets nerveux de l'olfaction : pour nous en assurer, nous avons cherché à dépouiller le gaz, venant de subir l'irradiation, des charges développées par l'ionisation due aux rayons ultra-violets. Nous avons pu obtenir facilement ce résultat en faisant passer le gaz dans un tube métallique relié au sol : le gaz quel qu'il soit, air, azote, anhydride carbonique, perd ainsi toute odeur; en remplaçant le tube métallique par un tube de verre de même longueur, ou même beaucoup plus long, l'odeur reparaît immédiatement. Le tube de métal n'a pas besoin d'avoir une grande longueur : avec un tube de 5^{cm} et rectiligne, il y a encore un peu d'odeur, mais si l'on coude ce tube, les charges électriques pouvant mieux rencontrer la paroi, il n'y a plus trace d'odeur.

Le phénomène que nous signalons se rapproche d'un autre, intéressant les filets nerveux gustatifs : c'est celui de la production d'un goût spécial, par application sur la langue de deux métaux réunis, cuivre et zinc par exemple. L'un de nous [2] a démontré que ce goût résulte de l'excitation par le courant, quoique très faible, de nos terminaisons gustatives.

PATHOLOGIE. — *Intradermo-réaction de la tuberculine.* Note de M. Ch. Mantoux, présentée par M. E. Roux.

Sous le nom d'*intradermo-réaction à la tuberculine* nous désignons les réactions provoquées par l'injection dans l'épaisseur du derme d'une quantité dosée de tuberculine.

Sa technique est d'une extrême simplicité. L'instrument se réduit à une seringue de Pravaz stérilisable, à tige graduée et munie d'un curseur, c'est-à-dire du modèle cou-

---

(1) *Société de Physique*, 15 mai 1908.

(2) H. Bordier, *Phénomènes gustatifs et salivaires produits par le courant électriques* (*Archives d'Électr. médicale*, 1899, p. 251).

rant, et à une aiguille fine. Nous employons une solution à 1 pour 5000, obtenue en diluant une ampoule de 1^{cm^3} de solution mère de tuberculine de l'Institut Pasteur dans 40^{cm^3} d'eau physiologique. Nous en injectons une goutte, soit $\frac{1}{100}$ de milligramme, à la face antérieure de la cuisse. Après avoir plissé la peau, on enfonce l'aiguille presque parallèlement à sa surface; on a soin que le côté biseauté de sa pointe soit tourné vers le haut et regarde par conséquent vers l'épiderme, non vers l'hypoderme, quand l'aiguille est en place. Chez les sujets à tégument très fin, il faut enfoncer franchement l'aiguille, puis sa pointe étant dans l'hypoderme, la relever légèrement et aborder le derme par sa face profonde; on risque autrement de le traverser de part en part.

A ce petit tour de main près, l'opération est absolument analogue à une injection traçante de cocaïne; l'aiguille bien fixée, on pousse le liquide qui forme une petite boule d'œdème, rapidement résorbée.

La réaction, quand elle est positive, est d'une extrême netteté. Elle apparaît au bout de quelques heures sous forme d'une infiltration seulement perceptible au palper, ou déjà visible, et de couleur blanche ou rosée. Au bout de 24 heures, l'infiltration, très accrue, est rose ou rouge vif, parfois blanche, œdémateuse, avec une surface légèrement granitée. Tout autour apparaît un halo rosé d'érythème. Au bout de 48 heures, la réaction atteint son acmé : nodule central et halo périphérique se sont encore développés; parfois, une zone intermédiaire les sépare et accentue encore l'aspect en cocarde de la réaction.

Les dimensions de la région infiltrée, rarement inférieures à une pièce de 50 centimes, dépassent souvent celles d'une pièce de 2^{fr}. Avec le halo périphérique, la réaction peut atteindre la surface d'une paume de main. A son niveau, la peau est chaude, un peu sensible à la pression.

La réaction régresse dès le deuxième jour : le halo disparaît vite; le nodule infiltré prend une teinte violacée ou bistre et se résorbe lentement : il est souvent encore visible au bout de plusieurs semaines. Parfois, l'épiderme desquame à son niveau.

Les phénomènes généraux sont habituellement nuls : deux de nos malades ont cependant présenté une réaction thermique à 39° et à 38°,3 le surlendemain de l'injection.

Quand la réaction est négative, on observe parfois au niveau de la piqûre une légère vaso-dilatation, un petit point d'induration. Surtout perceptibles quelques heures après l'injection, ces phénomènes s'atténuent rapidement et ont presque toujours disparu au bout de 2 jours, alors que la véritable réaction est à son acmé : il n'est donc guère possible de les confondre avec celle-ci.

Nous avons pratiqué l'intradermo-réaction chez 62 sujets, âgés de 5 mois

à 15 ans, dans le service de notre maître le professeur Hutinel, à la clinique des Enfants-Malades; elle a été comparée chez 52 à la cuti-réaction.

Tous les enfants, au nombre de 27, qui avaient réagi à la cuti ont réagi à l'intradermo; chez 8 dont la cuti avait été négative ou douteuse, l'intradermo s'est montrée positive. Un de ces sujets était un tuberculeux pulmonaire, un autre un tuberculeux péritonéal; un troisième, atteint de néphrite, a fait une réaction thermique de 38°,3 à l'injection sous-cutanée de tuberculine. Par contre, l'intradermo a fait défaut, comme la cuti, chez deux tuberculeux pulmonaires cachectiques et chez un méningitique moribond.

Nous sommes donc en droit de conclure que l'intradermo-réaction présente sur la cuti-réaction, à simplicité d'exécution et à innocuité égales, l'avantage d'une netteté bien plus grande et d'une plus vive sensibilité.

En présence de ces résultats, nous avons entrepris à l'École d'Alfort, avec le professeur Moussu, des expériences sur les animaux qui les confirment entièrement.

BACTÉRIOLOGIE. — *Culture* in vitro *du virus de la peste aviaire.* Note de M. E. Marchoux, présentée par M. E. Roux.

On connaît aujourd'hui une vingtaine de maladies de l'homme et des animaux qui sont produites par des germes *invisibles*. Par *invisibles* il faut entendre des germes qui traversent les bougies filtrantes et qui sont impossibles à distinguer par les moyens optiques dont nous disposons.

Si nous mettons à part le microbe de la péripneumonie qui, d'ailleurs, reste à la limite de la visibilité, on n'est pas encore parvenu à cultiver *in vitro* un seul de ces virus ([1]). On ne pourra cependant les bien étudier que si on les obtient en cultures pures.

Parmi les microbes invisibles, un certain nombre se multiplient sûrement dans le sang; ceux de la fièvre jaune, de la horse sickness, de l'anémie pernicieuse du cheval, de la peste bovine, de la fièvre catarrhale des ovidés, de la maladie des jeunes chiens, du hog-choléra, de la peste aviaire, sont dans ce cas. Ce caractère commun ne suffit évidemment pas à établir entre eux un lien de parenté. Peut-être autorise-t-il l'espoir de leur appliquer les mêmes méthodes de culture.

De tous ces virus celui qui produit la maladie des poules découverte par

([1]) Nocard et Roux ont cultivé le virus aphteux dans le trayon de la vache. Marchoux et Simond ont obtenu des cultures du virus de la fièvre jaune chez le *Stegomyia*.

Centanni est le plus facile à manier et celui qui se prête le mieux aux recherches de laboratoire. C'est à lui que je me suis adressé pour mes essais.

Il était tout indiqué d'employer le sang de poule défibriné pour cultiver des germes qui se multiplient dans le sang. C'est en effet dans ce milieu, légèrement modifié, que je suis parvenu à obtenir une culture évidente.

Trois remarques, faites au cours de recherches préliminaires sur la conservation du virus, m'ont plus particulièrement guidé.

1° Enfermé en ampoule scellée à la lampe, le sang de poule, morte de peste aviaire, conserve sa virulence plus longtemps à la glacière à 7°-10° qu'à la température du laboratoire et surtout à celle de l'étuve. Cette action de la température suggère l'idée que, dans le sang virulent, des anticorps, dont l'activité est suspendue à froid, altèrent les germes et en gênent le développement. J'ai profité de cette observation pour réduire autant que possible la quantité de sang virulent introduite dans le milieu de culture pour le premier ensemencement.

2° A la glacière, le sang reste virulent moins longtemps en tube ouvert qu'en ampoule fermée. On pouvait donc croire que l'oxygène libre exerçait sur les germes de la peste aviaire une action néfaste. Aussi tous mes premiers essais ont-ils été faits dans des ampoules closes renfermant 2^{cm^3} de sang défibriné ou d'un autre milieu, ensemencés avec un fil de platine très fin.

En poursuivant mes recherches, des essais répétés m'ont montré que le virus se garde 3 mois au moins en ampoule simplement fermée à la lampe, tandis que, sous le vide, il devient inactif en 3 jours.

En sacs de collodion, dans le péritoine du lapin, le virus meurt en moins de 4 jours.

Ces observations m'ont conduit à abandonner les ampoules pour les tubes bouchés au coton.

3° L'addition de glucose et de peptone, en proportions variables, m'a plusieurs fois permis d'obtenir la conservation de la virulence dans des ampoules maintenues à 37° et même à 51°, alors que des ampoules témoins avaient perdu toute activité.

J'en ai conclu que le sang défibriné possédait, pour les germes de la peste aviaire, une valeur nutritive insuffisante.

Finalement je me suis arrêté à la méthode suivante :

Sur de la gélose peptonée sucrée (glucose 2 pour 100, peptone 1 pour 100) en couche de 10^{cm}, dans un tube de 20^{mm} de diamètre, j'ai déposé 10^{cm^3} de sang de poule défibriné. Ce sang a été ensemencé avec un fil de platine très fin plongé sur une longueur de 1^{cm} dans du sang virulent. Par suite des échanges qui se produisent entre le sang défibriné et la gélose, il y a toujours dans le tube une zone où le virus trouve les quantités de sucre et de peptone qui lui sont favorables.

Dans ces conditions j'ai obtenu dix repiquages actifs, en ensemençant successivement une goutte du tube précédent dans le tube suivant. Les poules

sont mortes en 2 jours, après avoir reçu sous la peau $\frac{1}{5}$ de centimètre cube du liquide de culture conservé à l'étuve à 37° pendant 3 jours.

Il ne peut, en ce cas, être question de dilution du virus. Cette dilution serait représentée par 5 suivi de 24 zéros. Cela revient à dire qu'on pourrait infecter une poule avec $\frac{1}{5}$ de centimètre cube provenant d'une masse de liquide qui égalerait 5 000 000 de fois le volume de la Terre et dans laquelle aurait été répandu 1^{cm^3} de sang virulent.

La moindre impureté interrompt la culture.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE. — *Contribution à l'étude du facies continental : les éboulis paléozoïques.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

Le grand progrès récent de la Géologie a été de nous révéler, dans les traits actuels de la surface terrestre, les résultats, d'ailleurs transitoires, d'une évolution continue. Des caractères nets et précis ont permis de reconnaître durant les époques antérieures à la nôtre, et grâce aux *facies* conservés en diverses localités, l'exercice des fonctions qui sont encore à l'œuvre sous nos yeux. En attendant qu'on arrive à réaliser le rêve, jusqu'ici chimérique, d'établir des cartes géographiques pour les différentes périodes du développement planétaire, on est dès maintenant édifié sur l'existence à chaque moment de continents et d'océans, de zones littorales et de zones profondes dans ces derniers, de régions montagneuses et de pays où s'exerçait le transport de matériaux par les cours d'eau ou par les vents. De leur côté, les fossiles, en même temps qu'ils donnent le moyen d'apprécier les caractères climatériques, ou plus exactement thermométriques de chaque époque, permettent, par la comparaison des êtres des différents âges, d'affirmer, en présence de leur anatomie si constante, que leur physiologie supposait la satisfaction des mêmes besoins et que, depuis qu'il existe sur le globe des manifestations biologiques, les conditions générales du milieu ont très peu changé.

Parmi les vestiges dont l'étude procure la connaissance des facies, il faut citer, comme les moins nombreux et les moins nets, ceux qui proviennent des régions exondées ou subaériennes et qui permettent de reconnaître les points continentaux. Aussi doit-on attacher le plus grand intérêt à tous les faits qui permettent de les mieux définir.

Or, en étudiant à ce point de vue la surface actuelle de la Terre, on est frappé de la colossale importance des éboulis dans les pays de montagnes et

l'on se demande si ces formations clastiques n'ont pas dû laisser des témoignages de leur ancienne existence. Il est clair que toutes les brèches, si fréquentes à tous les niveaux, peuvent toujours être comparées aux éboulis, et il est bien certain que la cimentation des *égravats*, si constants sur tous les flancs des vallées abruptes du Jura, des Alpes et des Pyrénées, donnerait des produits comparables à ces formations parfois anciennes.

Cependant, comme il peut y avoir d'autres causes que l'intempérisme pour réduire des roches en petits blocs anguleux ou roulés accumulés sans ordre, on a le droit de laisser la question sans solution précise. Aussi est-on bien aise de constater que les éboulis vrais présentent en certains cas des traits particuliers qui permettent de les reconnaître. Parmi ces traits, le plus carastéristique sans doute consiste dans la présence de cailloux non seulement polis, mais encore couverts de stries tout à fait remarquables.

Chose curieuse, les stries dont il s'agit ont été d'abord attribuées à des agents qui sont complètement étrangers à leur production, c'est-à-dire aux glaciers. L'observation impartiale montre que, dans les formations glaciaires venant de se produire, il n'y a pratiquement pas de galets striés. Il est vrai que si l'on examine des moraines quelque peu anciennes, quaternaires ou même plus récentes, on y voit abonder les pierres burinées; mais on découvre que la striation est très postérieure au dépôt et qu'elle résulte entièrement du phénomène pluviaire. J'ai insisté sur ces faits que beaucoup de géologistes admettent maintenant (1) et je n'ai pas à y insister.

Il me faut cependant leur apporter un complément qui sera d'application directe au but que j'ai en vue en ce moment. Il importe en effet de bien insister sur ce fait que si les roches calcaires sont les plus aptes à acquérir des stries par le mécanisme souterrain, beaucoup d'autres roches subissent la même modification dans des conditions favorables. Dans les placages boueux du pays de Vaud, que j'ai spécialement étudiés, on trouve des galets striés de serpentine, de diorite, de protogine, de schiste, etc. Le fait s'explique par le poids suffisant du terrain qui se tasse. En outre, j'ai reconnu la striation dans des terrains sans calcaire, pourvu qu'il s'y trouve de fines particules argileuses que la circulation des eaux peut extraire : la diminution de volume primitif, quelle qu'en soit la cause, suffit à déterminer le phénomène.

---

(1) *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun*, t. XV, 1902.

On conçoit d'ailleurs que les blocs striés puissent ensuite, quand le tassement s'est arrêté, être cimentés les uns avec les autres par l'interposition d'une matière conjonctive. Si la cimentation intéresse des galets calcaires, ceux-ci peuvent être soustraits à toute dissolution ultérieure et conserver leurs stries et leur poli au même titre que des tests de coquilles conservent tous les détails de leur ornementation. Dès lors, rien ne s'oppose à ce que des amas d'éboulis en partie striés soient compris dans des formations géologiques d'âge quelconque; et l'on voit quelle erreur on commettrait si l'on voulait, de la trouvaille des stries dans leur masse, conclure l'existence de glaciers paléontologiques. Un des exemples les plus célèbres a été fourni par le conglomérat carbonifère de Dwika dans la Colonie du Cap, et le D[r] Stapff a protesté le premier contre la signification glaciaire qu'on lui attribuait. Depuis lors, des remarques analogues ont été faites à des niveaux encore plus anciens et spécialement dans le précambrien de la Norvège par M. Straham, de l'Australie par M. David et de la Chine par M. Bayley Willis. Les localités chinoises ont fourni des échantillons identiques à ceux qu'on extrait du quaternaire alpin.

Tout le monde reconnaîtra le vif intérêt de ces constatations qui permettent d'affirmer que déjà aux époques sédimentaires les plus anciennes les continents, pourvus d'un modelé très accentué, subissaient de la part de l'atmosphère les phénomènes d'érosion qui sont si actifs aujourd'hui dans toutes les régions montagneuses.

GÉOLOGIE. — *Les roches kaolinifères du bassin du lac Népigon* (*Canada*). Note de M. F. Romanet du Caillaud.

Le lac Népigon est un lac de deuxième grandeur du Canada. Il est situé au nord du lac Supérieur; son émissaire, la rivière Népigon, est le principal tributaire de ce lac.

D'après M. Coleman, ingénieur des mines de la province d'Ontario ([1]), les roches des bords de la rivière Népigon et de la chaîne de la côte est du lac Népigon s'étageraient comme suit :

Archéen { *Éruptif moderne,*
Bas Huronien,
Keewatin.

([1]) *Sixteenth annual Report of the Bureau of Mines*, 1907, Toronto, 1907, p. 105 et suiv.

Dans ces roches se trouvent de nombreux feldspathides. Tous ces feldspathides, dit M. Coleman, sont décomposés en matières incertaines, ayant apparemment les caractères du kaolin [1].

En août 1907, comme un prospecteur canadien, M. Fremlin, m'avait dit avoir trouvé sur la côte sud-est du lac Népigon une roche blanche qui avait l'aspect du kaolin, j'allai avec lui et un autre prospecteur, M. Baycroft, explorer ce gisement.

Nous remontâmes en canot la rivière Népigon, faisant portage aux chutes et rapides. A peu près au milieu de son cours, c'est-à-dire vers le 21e mille, cette rivière est bordée d'énormes palissades, hautes de plus 200^m en certains endroits.

Le gisement de la roche blanche que nous cherchions se trouve dans la première et la deuxième baie à l'ouest du bras occidental de l'issue de la rivière Népigon.

Les explorateurs ont appelé, de leurs noms, la première baie *Baie du Caillaud*, la seconde *Baie Fremlin;* le cap qui sépare les deux baies a reçu le nom de *Cap Romanet.*

La roche blanche en question est une roche argilo-calcaire stratifiée à peu près horizontalement. Sa limite ouest est dans la baie Fremlin à environ 1^{km} du cap Romanet; là elle est encaissée du côté de l'ouest par un granite rouge brun, qui, au moment où ladite roche blanche paraît en palissade devant le lac, semble s'enfoncer perpendiculairement.

De ce point à l'est, vers le cap Romanet, sur une longueur approximative de 1^{km}, le bord du lac est formé par une palissade de lave à failles perpendiculaires d'environ 40^m de haut. Sous la lave, la roche blanche paraît deux ou trois fois.

A 500^m du cap Romanet, la couche visible de cette roche blanche a environ 10^m d'épaisseur; il est probable qu'elle a encore une grande profondeur au-dessous du niveau du lac.

En ce point, sur le contrefort de la palissade produit par les éboulements, on trouve un amas de terre blanche, semblable comme aspect et toucher au kaolin de Saint-Yrieix, quoique un peu plus grise, et mélangée de nodules d'une pierre dure, du quartz probablement.

Le cap Romanet tourné, sur le bord occidental de la baie du Caillaud, la rive est plate, la lave s'étant arrêtée à certaine distance et ayant seulement envoyé quelques petits ruisseaux jusqu'au rivage. Mais le dépôt de roche blanche s'étend jusqu'au rivage et même au delà. Soit au bord, soit dans l'eau, il est visible en quatre ou cinq endroits.

Des échantillons de la roche blanche furent emportés par moi à Limoges; leur analyse montre que c'était une argile de la composition du kaolin, mais additionnée de calcaire en proportions variables, 32,50 pour 100 de

---

(1) *Ibid.*, p. 129.

calcaire dans les parties hautes, 7 pour 100 seulement au niveau du lac. En outre, cette roche contient de l'oxyde de fer non magnétique, parfois jusqu'à 0,50 pour 100.

L'échantillon de terre blanche semblable au kaolin de Saint-Yrieix, que j'avais pris à la baie Fremlin, ne put être analysé; il avait disparu pendant notre voyage de retour sur la rivière Népigon.

Il est possible que dans ses parties plus profondes, la roche blanche en question se dépouille presque complètement de son calcaire et devienne une argile plastique analogue à la terre à porcelaine du Limousin.

La superficie de ce dépôt argilo-calcaire semble être d'au moins 100^{ha}.

Son origine serait sédimentaire, si l'on considère sa stratification à peu près horizontale. D'autre part, il est possible qu'une masse de feldspath ait été décomposée sur place, probablement par des phénomènes thermaux, fort naturels en ces terrains éruptifs ([1]). Puis le sommet de cette masse de feldspath décomposé aurait été couronné par un dépôt calcaire qui se serait mélangé à l'argile en proportion décroissante avec la hauteur.

Enfin sera venue une invasion éruptive de lave, qui recouvrit le dépôt argilo-calcaire jusqu'à la baie Fremlin et jusqu'au cap Romanet et s'arrêta à 200^{m} environ du centre de la côte ouest de la baie du Caillaud.

La vaporisation des éléments liquides du dépôt argilo-calcaire amena des craquelures dans la lave, y entraînant d'une part du carbonate de chaux, qui s'y déposa en cristaux à facettes; d'autre part de l'argile, qui y forma des veines, parfois mêlées à des gouttelettes de lave, aujourd'hui solidifiées en billes de diverses couleurs.

Les couches inférieures de la lave ont été veinées par la pénétration de l'argile et, sur la rive du lac, on trouve des morceaux de lave à marbrure multicolore.

Cette lave contenait certains principes métalliques; des échantillons pris au hasard ont donné, les uns 16 pour 100 de fer, d'autres des traces de zinc, avec du nickel et du chrome en quantité plus appréciable.

A sa surface, le dépôt argilo-calcaire a subi les effets de la chaleur de la lave, comme ont fait les *Porcelanites* du mont Cezallier ([2]).

A ma présente Communication je joins des échantillons de ce dépôt

---

([1]) Cf. *La théorie rapportée*, par A. de Lapparent, *in Traité de Géologie*, édition de 1885, p. 1131.

([2]) A. de Lapparent, *op.* et *ed. cit.*, p. 1328.

argilo-calcaire pris à différentes hauteurs, depuis le niveau du lac jusqu'à 10^{m} au-dessus, des cristaux calcaires inclus dans la lave jusqu'à plusieurs mètres de haut, un croquis topographique, des photographies, enfin une carte du nord de l'Ontario, où se trouve le lac Népigon.

M. de Maynard adresse *quelques tiges de chêne dont les feuilles sont atteintes d'une maladie produite par un champignon.*

(Renvoi à l'examen de M. Prillieux.)

M. W. de Fonvielle adresse une Note *Sur l'absence de corps de déchirure dans les ballons du système Zeppelin.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. Henri Bacconnier adresse un Mémoire intitulé : *Rôle des différents nuages dans la production de la pluie.*

(Renvoi à l'examen de M. Violle.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 aout 1908.

Intégromètre à lame coupante, par M. le colonel Jacob. Paris, Laboratoire central de la Marine, 1908; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Théories des phénomènes électriques avec extension à la chaleur, l'optique et l'acoustique, et de la mécanique basées sur l'influence, par René Picard du Chambon. Paris, Lahure, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The Selkirk range, by A.-O. Wheeler; Vol. I : Texte; Vol. II : Cartes. Ottawa, Government printing Bureau, 1905; 1 vol. et 1 étui in-8°. (Offert par Mme Laussedat.)

Expédition antarctique belge. Résultats des voyages du S. Y. Belgica en 1897-1898-1899. Rapports scientifiques : Physique du globe. *Mesures pendulaires,* par G. LECOINTE. — Océanographie. *Relations thermiques. Rapports sur les observations thermométriques faites aux stations de sondages,* par HENRYK ARCTOWSKI et HUGH ROBERT MILL. — Géologie. *Glaciers actuels et vestiges de leur ancienne extension,* par HENRYK ARCTOWSKI. — Zoologie. *Cirripedia,* by P.-P.-C. HOEK; *Pennatulidien,* von HECTOR-F.-E. JUNGERSEN; *Scaphopoden,* von L. PLATE; *Turbellarien,* von LUDWIG BÖHMIG. Anvers, 1907-1908; 7 fasc. in-4°.

Observations océanographiques et météorologiques dans l'océan Indien : septembre, octobre, novembre 1856-1904. Tableaux et planches. Utrecht, koninklijk neederlandsch meteorologisch Institut, 1908; 1 fasc. in-4° et 1 fasc. in-4° oblong.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par A. ANGOT; année 1904. I : *Mémoires.* Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-4°.

On the rainfall in Java. Results of the observations at more than sevenhundred stations in the period 1879 *till* 1905, by Dr W. VAN BEMMELEN. Batavia, 1908; 1 fasc. in-f°.

Neue Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung, von F. VEJDOVSKY, mit 9 Tafeln und 5 Textfiguren. Prague, 1907; 1 fasc. in-f°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 2e série, t. VII. Toulouse, 1907; 1 vol. in-8°.

Revue scientifique, paraissant le samedi; 5e série, t. IX, nos 7-25, 1er semestre 1908, et t. X, nos 1-5, 2e semestre 1908. Paris, 1908; 23 fasc. in-4°.

Revue des Questions scientifiques, publiée par la Société scientifique de Bruxelles; 3e série, t. XIV, 20 juillet 1908. Louvain; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 AOUT 1908.

Comptes rendus des séances de la deuxième réunion de la Commission permanente et de la première Assemblée générale de l'Association internationale de Sismologie, réunie à la Haye du 21 *au* 25 *septembre* 1907, rédigés par le secrétaire général R. DE KÖVESLIGETHY. [Budapest, imp. V. Hornyansky, 1908]; 1 vol. in-4°.

Notre flotte aérienne, par WILFRID DE FONVIELLE et GEORGES BESANÇON. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-8°.

Les problèmes de Plateau, de Dirichlet, de Gauss, etc. généralisés et résolus à l'aide de la théorie des pseudo-surfaces, par l'abbé ISSALY. Bordeaux, chez l'auteur, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

A geological Map of Armenia and its border-ranges with indications of minerals and mineral springs, drawn and hand-coloured by FÉLIX OSWALD. Nottingham, E.-L. Kent et fils, s. d.; 1 feuille in-plano. (Acquisition.)

Explanatory notes to accompany a geological Map of Armenia, by FÉLIX OSWALD. Londres, Dulau et Cie, 1907; 1 fasc. in-8°.

Geography and Geology of a portion of southwestern Wyoming, with special

reference to coal and oil, by A.-C. VEATCH. (United States geological Survey. Professional paper, n° 56.) Washington, 1907; 1 vol. in-4°.

The Ceratopsia, by JOHN-B. HATCHER, based on preliminary studies by OTHNIEL-C. MARSH, edited and compiled by RICHARD-S. LULL. (Monographs of the United States geological Survey; t. XLIX.) Washington, 1907; 1 vol. in-4°.

Études de systématique et de géographie botanique, sur la flore du bas et du moyen Congo, par ED. DE WILDEMAN; fasc. 3, p. 221-368; planches LXIX à LXXXIX. (*Annales du Musée du Congo : Botanique*, 5e série, t. II.) Bruxelles, 1907-1908; 1 fasc. in-f°.

Tuberkuloseschützimpfung der Rinder mit nichtinfektiösen Impfstoffen, von Prof. Dr KLIMMER. Leipzig, J.-A. Barth, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

ERRATA.

(Séance du 27 juillet 1908.)

Note de M. *P. Pascal,* Remarque sur la susceptibilité magnétique des solutions :

Page 243, ligne 21, *au lieu de* — 1,95 *lisez* + 3,12.

Même page, ligne 22, *au lieu de* — 2,95 *lisez* + 2,30.